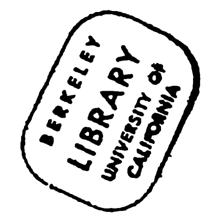
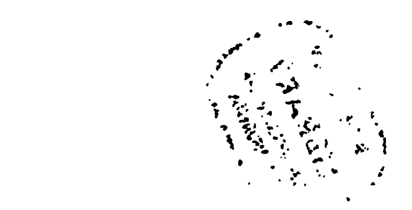

UC-NRLF
B 3 976 216


BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY of
CALIFORNIA


MATH.-
STAT.
LIBRARY



Sitzungsberichte

der

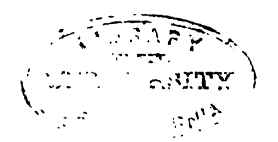
mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band IX. Jahrgang 1879.



München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1879.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht
des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. IX
Jahrgang 1879.

Oeffentliche Sitzung zur Feier des 120. Stiftungstages der k. Akademie am 28. März 1879.

Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 25. Juli 1879.

Sitzung vom 7. December 1878.

Sitzung vom 4. Januar 1879.

Sitzung vom 1. Februar 1879.

Sitzung vom 1. März 1879.

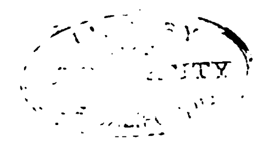
Sitzung vom 3. Mai 1879.

Nachtrag zur Sitzung vom 1. März 1879.

Sitzung vom 3. Mai 1879.

Nachtrag zur Sitzung vom 1. März 1879.

zur Sitzung vom 5. Juli 1879.



Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 7. December. 1878.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Erlenmeyer sprach:

1) Ueber die beiden isomeren Bromüre $C_3 H_6 Br_2$.

Vor drei Jahren habe ich an dieser Stelle[1]) die Mittheilung gemacht, dass Herr F. Geromont[2]) in meinem Laboratorium durch Einwirkung von Bromwasserstoff auf Allylbromür unter gewissen Bedingungen[3]) zwei isomere Bromüre von der Zusammensetzung $C_3 H_6 Br_2$ erhalten hat.

Im Verlaufe der Untersuchung erwies sich das eine

1) Sitzungsberichte 1875. 1.

2) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 4. (1871) 548. Liebigs Annalen 158. 369.

3) Bei 0° gesättigte Bromwasserstoffsäure wurde mit Allylbromür im zugeschmolzenen Rohre 10—15 Minuten im Wasserbad erhitzt.

dieser Bromüre als identisch mit dem längst bekannten Propylenbromür:

$$
\begin{array}{l}
C\ H_3 \\
| \\
C\ H\ Br \\
| \\
C\ H_2\ Br
\end{array}
$$

während sich für das isomere die Constitution:

$$
\begin{array}{l}
C\ H_2\ Br \\
| \\
C\ H_2 \\
| \\
C\ H_2\ Br
\end{array}
$$

ergab. Dieses letztere wurde demgemäss als Trimethylenbromür bezeichnet. Ein Jahr später wurde von Reboul[1]) das Trimethylenbromür noch einmal unter dem Namen Bromhydrat des Allylbromürs entdeckt. Auch Reboul erhielt anfänglich, als er auf Allylbromür eine bei + 6° gesättigte wässerige Lösung von Br H einwirken liess, die beiden isomeren Bromüre nebeneinander; dann fand er aber sozusagen durch Zufall eine Methode, nach welcher nur Trimethylenbromür und kein Propylenbromür gebildet wird. Er beschreibt die Methode a. a. O. wie folgt:

„Man leitet gasförmige Bromwasserstoffsäure in reinen Allylalkohol, der in einem durch kaltes Wasser gekühlten Kolben enthalten ist. Es findet lebhafte Absorption und starke Erwärmung der Flüssigkeit statt, daher die Nothwendigkeit sorgfältig abzukühlen. Nach einiger Zeit trübt sich die Flüssigkeit und scheidet sich dann in zwei Schichten, wobei die Absorption des Gases immer noch fortdauert. Die untere Schicht ist Allylbromür, die obere wässriger, unveränderter Allylalkohol. Die untere Schicht nimmt auf Kosten der oberen fortwährend zu, und es tritt ein Zeitpunkt ein, bei welchem sie leichter als die obere wird und

---

1) Compt. rend. 74. 613.

deren Platz einnimmt. Man unterbricht das Einleiten von Bromwasserstoff, sobald keine Absorption mehr stattfindet, was man leicht an den, nunmehr aus dem Kolben entweichenden Bromwasserstoffdämpfen wahrnimmt. Die untere Schicht (Allyl-Bromür) wird getrennt, gewaschen, getrocknet und destillirt. Man erhält zunächst einen grossen Theil Allylbromür, dann steigt das Thermometer anfänglich langsam, später rascher bis gegen 158° C., wo dann ein anderes Produkt übergeht. Unterwirft man das zwischen 158—168° übergegangene einer ein- bis zweimaligen Rectification, so erhält man schliesslich eine bei 162—164° (corr.) siedende Flüssigkeit. Diese ist das neue Isomere des Propylenbromürs u. s. w."

Da nun das Propylenbromür leicht auf anderem Wege rein erhalten werden kann, das Trimethylenbromür aber als Ausgangspunkt für die Gewinnung einer ganzen Reihe neuer Derivate das höchste Interesse bot, so war es sehr wünschenswerth eine Methode zu besitzen, nach welcher sicher und leicht reines Trimethylenbromür dargestellt werden kann. Obgleich nun Reboul angibt, dass sich nach seiner Methode das von Propylenbromür freie Trimethylenbromür nur in geringer Menge bildet — wesshalb er dieselbe auch später [1]) verlassen und der Methode von Geromont den Vorzug gegeben hat — so habe ich doch, in Gemeinschaft mit Herrn A. Kaysser, einige Versuche angestellt, um zu erfahren, ob in der That nur Trimethylenbromür gebildet wird, wenn man nach dem beschriebenen Verfahren von Reboul arbeitet. In 200 gr. mit Eis gekühlten Allylalkohol wurde Bromwasserstoff eingeleitet. Die Flüssigkeit schied sich allmählich in zwei Schichten, welche nach Verlauf einiger Zeit den Platz tauschten. Da bald darauf keine Absorption mehr stattfand, wurde die Bromürschicht

1) Compt. rend. 76. 1270.

mit Kalkwasser entsäuert, mit reinem Wasser gewaschen, getrocknet und destillirt. Die ganze Menge ging beim Siedepunkt des Allylbromürs über. Es war also gar kein Dibromür gebildet worden. Es wurde nun versucht dem Allylalkohol so viel Br H einzuverleiben als zur Bildung eines Dibromürs nöthig ist. Zu dem Ende wurde immer nur solange Br H eingeleitet als kräftige Absorption zu bemerken war. Dann wurde die Flüssigkeit in einer gut verstöpselten Flasche einige Stunden an einem kühlen Orte sich selbst überlassen, wieder eingeleitet und sofort bis absolut keine Aufnahme mehr stattfand. 200 gr. Allylalkohol hatten so 425 gr. statt der für Dibromür berechneten 558 gr. Br H aufgenommen. Die getrennte Bromürschicht wurde wie beim ersten Versuche behandelt und ergab beim Fractioniren neben etwas wenigem Propylenbromür wieder nur Allylbromür aber kein Trimethylenbromür. Bei einem dritten Versuche, wobei das Einleiten von Br H am Abend unterbrochen und am nächsten Morgen zu Ende geführt worden war, demnach die Flüssigkeitsschichten ungefähr 12 Stunden der gegenseitigen Einwirkung ausgesetzt blieben, waren aus 200 gr. Allylalkohol, 378 gr. Allylbromür, 2 gr. Propylenbromür und 2 gr. Trimethylenbromür erhalten worden.

Nach diesen sehr ungünstigen Resultaten wurden nun einige Versuche angestellt, um zu sehen, ob es nicht möglich sei, die Moleküle des Bromwasserstoffs mit den Molekülen des Allylbromürs dadurch in innigere Berührung zu bringen, dass man beide Körper gasförmig zusammenführte und dann das Gasgemisch durch Abkühlen verdichtete. Es schwebte mir dabei freilich auch der Gedanke vor, das Brom würde sich wie bei der Einwirkung von Halogenen auf dampfförmiges Toluol etc. an das wasserstoffreichste Kohlenstoffatom anlagern. Wir schlugen zu diesem Zwecke das folgende Verfahren ein, welches schon in der Inaugural-Dissertation von A. Kaysser[1]) beschrieben worden ist.

1) München bei Th. Ackermann 1875.

Trockenes Allylbromür wird in eine tubulirte Retorte gebracht, durch deren Tubulus das mit dem Br H Entwickelungsapparat verbundene Gasleitungsrohr so eingeführt ist, dass es über dem Flüssigkeitsspiegel mündet, die Retorte wird mit einem möglichst langen Kühler verbunden, an welchen eine tubulirte kühl gehaltene Vorlage angefügt ist. Sobald das auf dem Wasserbad erhitzte Allylbromür zu destilliren beginnt, wird trockenes Bromwasserstoffgas eingeleitet, so dass es mit dem dampfförmigen Allylbromür zusammentrifft. Das unverbraucht entweichende Bromwasserstoffgas und mitgerissenes Allylbromür gehen durch den Tubulus der Vorlage in ein mit Wasser gefülltes Gefäss.

Es wurden so 375 gr. Allylbromür wiederholt mit Bromwasserstoffgas destillirt. Nach zweimaliger Destillation blieben in der Retorte schon 185 gr. eines auf dem Wasserbad nicht mehr übergehenden Bromürs, welches herausgenommen wurde. Nach abermals 2 Destillationen blieben 120 gr. und der Rest blieb bei noch weiteren 2 Destillationen bis auf 40 gr. zurück. Alle Rückstände nebst den zuletzt noch übergegangenen 40 gr. Bromür wurden mit Wasserdampf destillirt, die Bromürschicht gewaschen und dann aufs Sorgfältigste vor dem Fractioniren getrocknet. Es wurden daraus bei der fractionirten Destillation 312 gr. Trimethylenbromür, 75 gr. Allylbromür und noch 8 gr. Rückstand erhalten. Die gänzliche Abwesenheit von Propylenbromür wurde noch dadurch nachgewiesen, dass die etwa 6 gr. betragende Fraction von 120—158° mit überschüssigem weingeistigem Kali derart erhitzt wurde, dass das entweichende Gas eine ammoniakalische Kupferchlorürlösung passiren musste. Es entwickelte sich keine Spur von Allylengas; dagegen war der Geruch des Allyläthyläthers unverkennbar zu bemerken. Der Br H Strom reisst eine erhebliche Menge von Allylbromür durch die Vorlage mit sich fort, daher die im Verhältniss zum angewendeten Allylbromür ungünstige Ausbeute an Trimethylenbromür.

Statt der wiederholten Destillationen wurde auch versucht, das Allylbromür am aufsteigenden Kühler zu erhitzen, indem ein Strom Br H durch den Apparat geleitet wurde. Das Resultat war ganz das gleiche wie beim zuerst beschriebenen Verfahren. Es sind nach diesen Methoden besonders nach der ersteren mehrere Pfund reines Trimethylenbromür dargestellt worden, und ich hielt es für unzweifelhaft, dass jeder andere Experimentator bei Anwendung unserer Methode gleich günstige Resultate erhalten würde wie wir. Dem war aber nicht so. In dem Laboratorium von Prof. Markownikoff hat Frl. Lermontoff[1]) nach unserer Methode Trimethylenbromür darzustellen versucht, aber es gelang ihr, trotzdem dass die Destillation von 100 gr. Allylbromür in einem constanten Strome trockener Br H Säure achtmal hintereinander wiederholt wurde, niemals, von der angewendeten Menge Allylbromür auch nur $^1/_{10}$ eines Produktes zu bekommen, welches sie als Trimethylenbromür erkennen konnte. Frl. Lermontoff kam danach zu der Ueberzeugung, dass für eine vollständige Umwandlung von Allylbromür in Trimethylenbromür eine weit höhere Temperatur erforderlich sei, was auch mit der von Markownikoff[2]) ausgesprochenen Gesetzmässigkeit in vollkommenem Einklang stehe.

Sie sättigte demgemäss Allylbromür zunächst bei einer

---

1) Markownikoff sagt (Compt. rend. 81. 670):

„Lorsqu' à une molécule non saturée $C_n H_m X$ s'ajoute un autre système moléculaire Y Z à une température basse, l'élément ou le groupe le plus négatif Y se combine avec l'atome de carbone le moins hydrogéné, ou avec celui qui était déjà en liaison directe avec quelque élément négatif; mais, à des températures comparativement plus hautes, c'est l'élément Z, qui se fixe sur le carbone le moins hydrogéné, c'est-à-dire que, pour les mêmes substances, la réaction prend une marche tout à fait, opposée à la première.

2) Liebig's Annalen 182. 358.

Temperatur von — 10 bis — 15° mit trocknem Br H und erhitzte dann in einem zugeschmolzenen Gefäss 24 Stunden lang zwischen 165 und 170°. Es ergab sich, dass die ganze Masse des hochsiedenden Produktes fast vollständig reines Trimethylenbromür mit einer geringen Beimengung von Propylenbromür war. Ein Drittel des Allylbromürs war unverbunden geblieben Für die Umwandlung der ganzen Menge des Allylbromürs genügte es, die Flüssigkeit noch einmal mit Br H zu sättigen und wieder 24 Stunden lang zu erhitzen. Fräulein Lermontoff spricht die Meinung aus, dass wenn es ohne Gefahr von Explosion möglich gewesen wäre, die Temperatur noch höher zu steigern, die geringe Beimengung von Propylenbromür hätte vermieden werden können. Denn bei ihren mehrfach bei verschiedenen Temperaturen angestellten Versuchen habe sich ergeben, dass die Menge des Propylenbromürs mit der Erniedrigung der Temperatur steige.

Es ist nun natürlich, dass ich in Folge dieser Angaben, welche sich mit unseren Erfahrungen nicht in Einklang befanden, zunächst eine gründliche Prüfung unserer Darstellungs-Methode des Trimethylenbromürs vornahm. Es ergab sich dabei sehr bald, dass wir einen für die Höhe der Ausbeute an Trimethylenbromür sehr bedeutsamen Umstand für irrelevant gehalten und desshalb in unserer Beschreibung nicht besonders erwähnt hatten. Wir führten nämlich unsere Destillationen nicht wie Frl Lermontoff hintereinander aus, sondern liessen das Destillat nach jeder Destillation einige Stunden oder gar über Nacht in dem mit Br H gefüllten Apparat bei Zimmertemperatur stehen. So wirkte natürlich sowohl die in dem Allylbromür gelöste als auch die noch gasförmig vorhandene Br H Säure länger als diess bei der Destillation möglich war, auf das Allylbromür ein. Folgende neue Versuche werden diese Verhältnisse deutlich machen.

Als wir 180 gr. Allylbromür 6 mal nach einander im Strome von Br H überdestillirt hatten, wurde eine Probe des Destillats herausgenommen und sofort gewaschen, getrocknet und destillirt. Sie enthielt 9 % Trimethylenbromür. Eine zweite Probe des Destillats 12 Stunden in einem mit Glasstöpsel verschlossenen Glase stehen gelassen ergab 15%; eine dritte Probe desselben Destillats 12 Stunden im Apparat stehen gelassen, enthielt 22 % Trimethylenbromür.

Bei einem zweiten Versuche wurden 220 gr. Allylbromür im Br H Strom 4 mal in der Weise destillirt, dass das Destillat nach jeder Destillation 12 Stunden in dem mit Br H angefüllten Apparate belassen wurde. Wir erhielten dann aus dem mit Wasserdampf destillirten und getrockneten Produkt 54 % Trimethylenbromür.

Nach diesen Erfahrungen drängte sich begreiflicherweise die Vermuthung auf, dass die Destillation ganz überflüssig sei, dass es sich nur darum handle, einen Ueberschuss von Br H bei 20—30° C. mit dem Allylbromür eine gewisse Zeit in Berührung zu lassen. Desshalb wurde ein Versuch in folgender Weise ausgeführt. 76 gr. Allylbromür wurden in einen engen Cylinder gebracht, dessen Oeffnung mit einem doppelt durchbohrten paraffinirten Korke verschlossen wurde. Durch die eine Bohrung ging bis auf den Boden des Cylinders das Winkelrohr, welches den Br H zuleitete, durch die andere Bohrung war eine 40 cm. lange unter dem Spiegel der Flüssigkeit mündende Steigröhre eingeschoben. Das obere Ende dieser letzteren war mit einem absteigenden Kühler verbunden, an dessen Ausfluss eine U förmige Röhre mit gesättigtem Br H angefügt war. An dieses U Rohr waren mehrere Woulffe'sche Flaschen mit Wasser, (über dessen Spiegel die Verbindungsröhren mündeten,) angehängt.

Es wurde nun die nach der vortrefflichen Methode

von Fittig [1]) aus 300 gr. Brom darstellbare Menge von Br H in langsamem Strome durch das Allylbromür geleitet. Als nach etwa 4 Stunden die Br H Entwickelung aufhörte, wurde die Hälfte des in dem Cylinder enthaltenen Produkts sofort mit Wasserdampf destillirt und getrocknet. Die andere Hälfte verblieb über Nacht im Apparat und wurde dann erst weiter verarbeitet. Beide Portionen wogen nach dem Trocknen zusammen 95 gr. Es wurde jede für sich fractionirt und da beide zwischen 159 und 166° übergingen, so enthielten sie weder Propylenbromür noch unverändertes Allylbromür. Vom letzteren waren wie sich leicht berechnen lässt nahezu 21 gr. durch den Br H Strom fortgeführt, die übrigen 55 gr. aber bei einer Temperatur von etwa 30° C. in reines Trimethylenbromür verwandelt worden. Schon wegen jenes Verlustes, aber ganz besonders desshalb weil 6 mal soviel Br H, als zur Ueberführung von 76 gr. Allylbromür in Trimethylenbromür nöthig gewesen wäre, verwendet worden ist, kann diese Methode natürlich keinen Anspruch auf den Namen einer vortheilhaften Darstellungs-Methode des Trimethylenbromürs machen. Der Versuch zeigt aber unzweideutig, 1) dass die von uns angewendete Destillation oder Erhitzung am aufsteigenden Kühler von Allylbromür in einem Strom von Br H überflüssig ist, 2) dass die Bildung von reinem Trimethylenbromür (ohne Beimengung von Propylenbromür) schon bei einer Temperatur von Statten geht, die etwa 140° unter derjenigen liegt, welche Frl. Lermontoff angewendet hat und welche nach ihrer Ansicht noch nicht hoch genug ist, um die Bildung von Propylenbromür vollständig zu vermeiden. Es war hiernach begreiflicher Weise von Interesse, die Lermontoff'sche Methode selbst, bei deren Anwendung 1) kein Allylbromür verloren gehen kann, 2) eine relativ

---

1) Liebigs Annal. 188. 74. Anmerkung.

kleine Menge von Br H erforderlich ist, einer Prüfung zu unterwerfen, um zu sehen, ob sie, wie Frl. Lermontoff meint, zu einer vortheilhaften Darstellungsmethode des Trimethylenbromürs geeignet sei.

50 gr. trocknes Allylbromür wurden in einer Einschmelzröhre bei —16 bis — 19° mit Br H gesättigt, dann die Röhre zugeschmolzen und 24 Stunden auf 160—170° erhitzt.

Nach dem Oeffnen der Röhre wurde die Flüssigkeit von Neuem bei —16 bis —19° mit Br H gesättigt und wie früher 24 Stunden erhitzt. Der Röhreninhalt wurde dann zunächst mit Wasserdampf destillirt, das Bromür getrocknet und mehrfach fractionirt. Es wurden wieder gewonnen 34,2 gr. Allylbromür und in 100 Theilen des entstandenen Dibromürs waren auf 92,7 Propylenbromür 7,39 Trimethylenbromür enthalten. Bei einem zweiten Versuche wurden 50 gr. Allylbromür zunächst wie beim ersten Versuche behandelt. Nach 24 stündigem Erhitzen wurde der Röhreninhalt auf dem Wasserbad destillirt wobei 37 gr. übergingen. Das Destillat wurde wieder wie vorher mit Br H gesättigt und 8 Stunden bei 160 - 170° erhitzt; jetzt destillirten 24 gr. auf dem Wasserbad über, welche wieder wie vorher mit Br H gesättigt und 8 Stunden erhitzt wurden. Es gingen dann auf dem Wasserbad noch 15 gr. über. Nach dem Reinigen und Trocknen wurde der Rückstand sammt dem auf dem Wasserbad erhaltenen Destillat mehrfach fractionirt. Wiedergewonnenes Allylbromür 27 gr. Verhältniss von Propylenbromür zu Trimethylenbromür 74,5 : 25,5. Diese Resultate stimmen wenig mit den Angaben von Frl. L. wonach bei einmaligem Sättigen nur 1/8 des Allylbromürs unverbunden bleiben und für die vollständige Umwandlung des Allylbromürs in Dibromür eine zweimalige Sättigung genügen soll. Diese sehr erheblichen Unterschiede der Lermontoff'schen Resultate von den unsrigen kann ich

mir nur durch die Annahme erklären, dass die Gefässe in welchen Frl. Lermontoff die Reaction vornahm, über der Flüssigkeit einen sehr grossen freien Raum hatten, der sich mit Br H Gas anfüllen konnte, so dass also ausser der gelösten noch ein bedeutender Ueberschuss von gasförmiger Säure vorhanden war; dann liesse sich auch wohl verstehen, dass Frl. L. ein günstigeres Verhältniss von Trimethylenbromür zu Propylenbromür erhalten hat, als es meine Versuche ergaben.

Da indessen auch unter den Händen des Frl. L. Propylenbromür gebildet wurde und ich mich überzeugt habe, dass die vollständige Trennung der beiden isomeren Bromüre von einander eine sehr häufig wiederholte fractionirte Destillation erfordert, die nicht ohne Verlust durch theilweise Zersetzung auszuführen ist, so habe ich weitere Versuche mit der Lermontoff'schen Methode aufgegeben. Ich glaubte diess um so eher thun zu können, als mir die Erfahrung, welche ich oben mitgetheilt habe bestimmte Fingerzeige für die Ermittelung einer vortheilhaften Darstellungs-Methode von Trimethylenbromür zu bieten schien.

Es handelte sich ja eigentlich nur noch darum, den Verlust an Allylbromür zu vermeiden und die Menge des zu verwendenden Br H möglichst zu verringern. Demgemäss wurde der oben beschriebene Versuch in der Art variirt, dass man die Steigröhre bis über einen Meter verlängerte und immer nur so lange Br H in das Allylbromür einleitete, bis die Blasen am oberen Ende des Steigrohrs zum Vorschein kamen; dann schloss man den Br H Entwickelungs-Apparat ab und wartete bis die Flüssigkeit in dem Steigrohr bis auf das Niveau im Cylinder herabgesunken war. Dazu war nach dem ersten Einleiten resp. Sättigen bei einer Temperatur von 20° eine Zeit von 24 Stunden erforderlich; in derselben Weise wurde noch 5 mal verfahren. Nach dem letzten Einleiten sank aber die Flüssig-

keit innerhalb 3 Tagen nur sehr wenig. Der Versuch wurde desshalb unterbrochen, der Cylinderinhalt zunächst auf dem Wasserbad destillirt, wobei 65 gr. übergingen, die nach dem Trocknen wieder in derselben Weise wie oben beschrieben mit Br H behandelt wurden. Nach wieder 6 maligem Einleiten innerhalb 4 Tagen wurde der Versuch beendet. Beim Destilliren auf dem Wasserbad gingen jetzt noch 21 gr. über, welche nicht mehr weiter verarbeitet wurden.

Die beiden Rückstände von den Destillationen auf dem Wasserbade wurden, nach dem Destilliren mit Wasserdampf, getrocknet und 4 mal fractionirt. Es wurden so 90 gr. Trimethylenbromür erhalten. Die erste Fraction von 70 — 85^0 betrug noch 12 gr, so dass im Ganzen 66 gr. Allylbromür (ungerechnet den Antheil der vom entweichenden Br H fortgeführt wurde) zur Reaction kamen. Diese hätten liefern müssen 110 gr. Dibromür. Die Fraction von 85—160 etwa 8 gr. betragend, erwies sich als ein Gemenge von Allylbromür und Trimethylenbromür; denn sie lieferte mit überschüssigem weingeistigen Kali erhitzt keine Spur von Allylenkupfer. Zwei weitere Versuche die in ähnlicher Weise jedoch bei einer Temperatur unter 12^0 angestellt wurden, lieferten eine weniger günstige Ausbeute an Trimethylenbromür und neben diesem etwas Propylenbromür. Ueberdiess war eine grössere Menge von Allylbromür unverbunden geblieben. Man sieht daraus, dass man unter eine gewisse Temperatur nicht herab gehen darf. Diess zeigte sich auch bei der nun folgenden Versuchsreihe.

Nach den bisherigen Erfahrungen hielt ich es für möglich, die Methode so weit zu vereinfachen, dass man die Bildung des Trimethylenbromürs in einem mit gut schliessendem Glasstöpsel versehenen Glase bewerkstelligen könne. Es wurde desshalb Allylbromür in drei solchen Gläsern, die zur Hälfte gefüllt waren bei einer Temperatur

von —16 bis —19° C. mit Br H gesättigt. Dann wurde der vollständig gasdicht schliessende Stöpsel aufgesetzt und mit einer geeigneten Klammer festgehalten. Die Gläser wurden hierauf aus der Kältemischung herausgenommen; das eine (I.) bei einer Temperatur von 10° im zerstreuten Lichte stehen gelassen, das andere (II.) wurde den directen Sonnenstrahlen, das dritte (III.) wurde im Dunkeln derselben Temperatur (35 - 40°) ausgesetzt, auf welches das in der Sonne stehende durch die Sonnenstrahlen erwärmt wurde. So oft nun von dem aufgelösten und von dem gasförmigen über der Flüssigkeit befindlichen Br H unter den entsprechenden Bedingungen soviel in Verbindung getreten war, dass der Glasstöpsel beim Lüften der Klammer nicht mehr gehoben, sondern eingezogen wurde, sättigte man rasch wieder, unter Abkühlung auf —16 bis —19° C. mit Br H. Versuch II. und III. verliefen im Wesentlichen gleich; nur war die Verbindung des eingeleiteten Br H bei III. meist rascher vollzogen, weil die Temperatur constanter erhalten werden konnte als bei II. in der Sonne, so dass bei III. das Ende der Reaction schon nach 3 Tagen, bei II. aber erst nach 9 Tagen erreicht war. Die Ausbeute an Trimethylenbromür, das in beiden Fällen ganz frei war von Propylenbromür, betrug bei II. 81 % von der theoretischen, bei III. nahezu 100 %. Zunächst ergibt sich aus diesen beiden Versuchen, dass bei II. nicht die Licht-, sondern die Wärmestrahlen der Sonne gewirkt haben.

Versuch I. verlief jedoch ganz anders. Während bei II. in 9 Tagen von 100 gr. Allylbromür 63 gr. Br H gebunden worden waren, hatte in I. dieselbe Menge Allylbromür in derselben Zeit nur 28 gr. aufgenommen. Von den zuletzt eingeleiteten 4 gr. Br H war nach 8 Tage langem Stehen so wenig gebunden worden, dass beim Destilliren auf dem Wasserbade neben 75 gr. Bromür auch Br H Dampf überging. Der Rückstand von dieser Destil-

lation zunächst mit Kalkwasser destillirt, dann getrocknet und fractionirt ergab nur 16.5 gr. Trimethylenbromür und nahezu 6 gr. einer Fraction von 137—148° die sehr reich an Propylenbromür war und ausserdem noch 9 gr. Allylbromür.

Man hat demgemäss ohne allen Zweifel die vortheilhafteste Methode der Darstellung von reinem Trimethylenbromür, wenn man nach Versuch III. verfährt.

Der Vollständigkeit wegen habe ich auch noch die Methode welche in neuerer Zeit Reboul und die welche Bogomolez für die Darstellung von Trimethylenbromür empfohlen hat, in den Kreis meiner Untersuchung gezogen. Reboul[1]) ist nach vielen Versuchen beim folgenden Verfahren stehen geblieben, welches ihm die beste Ausbeute lieferte. In eine Anzahl von Ballons aus dickem Glas trägt man je 1. Vol. Allylbromür und 3½ Vol. bei + 10° gesättigter wässeriger Lösung von Br H ein, schmilzt die Ballons vor der Lampe zu und erhitzt sie rasch in einem Wasserbad auf 100°. Man lässt sie 15 Minuten im siedenden Wasser verweilen, nimmt sie dann heraus und lässt erkalten. Das gefärbte Oel, welches nahezu das spec. Gewicht der übrig gebliebenen Br H Lösung, hat wird von dieser getrennt, gewaschen, getrocknet und destillirt. So erhielt Reboul von 290 gr. Allylbromür folgende Fractionen:

a) 160—165 gr. von 70—140°, b) 30 gr. von 140—160°.
c) 25 gr. 160—163°, d) 135 gr. von 163—170°,
e) 25 gr. 170—185°.

Die letzte Fraction ging bei neuer Destillation fast ganz von 163 bis 170° über und wurde mit d vereinigt.

Bei der weiteren Reinigung durch fractionirte Destillation wurden 160 gr Trimethylenbromür vom Siedepunkt 163—165° (corr), und 50—55 gr. einer Mischung vom

1) Annal. chim. phys. [5] 14. 470.

Siedepunkt 143—163 erhalten, aus welcher man noch eine gewisse Quantität gewöhnliches Propylenbromür isoliren konnte. Mehrere andere Operationen ergaben nahezu dieselbe Ausbeute.

Bei einem Versuch, der mit 40 gr. Allylbromür, genau nach der Vorschrift Reboul's ausgeführt wurde sind nach mehrfachem Destilliren folgende Fractionen erhalten worden:

a) 23.8 gr. von 67—75°, b) 0 gr. von 75—130°, c) 3.4 gr. 130—152°, d) 7.2 gr. 152—170°.

Nach diesem Versuche ist, wie es scheint, das Verhältniss der Dibromüre zum unveränderten Allylbromür weniger günstig, aber das Verhältniss von Trimethylenbromür zu Propylenbromür scheint dasselbe oder ein noch besseres zu sein, als bei Reboul's eigenen Versuchen. Doch lässt sich das Letztere nicht entscheiden, da Reboul die Fraction bis 140° nicht weiter verarbeitet hat.

Die Methode ist indess, abgesehen von der grösseren Zahl von Operationen, welche sie erheischt, schon desshalb umständlicher als die meinige, weil das Product ein Gemenge ist von den beiden Dibromüren mit noch unverändertem Allylbromür.

„Bogomolez empfiehlt" wie es in einer Correspondenz der Berichte der deutschen chem. Gesellschaft [1]) heisst, „zur Darstellung des Trimethylenbromürs Allylbromür mit bei 0° gesättigter wässeriger Br H in zugeschmolzenen Röhren 3—4 Stunden lang auf 150° zu erhitzen. Dieses Verfahren soll beinahe absolut reines Trimethylenbromür und nur äusserst wenig unverändertes Allylbromür nebst über 160° siedendem Product geben".

Bei zwei Versuchen mit je 20 gr. Allylbromür wurden bei Anwendung von 50 gr. bei 0° gesättigter Br H Säure

1) 11 (1878) 1257.

14,2 gr., bei Anwendung von 60 gr. derselben Säure 15,3 gr. einer Fraction von 138—148°, sowie resp. 3,6 gr. und 4,9 gr. einer Fraction von 148—168° erhalten. Kleine Mengen der resp. Fractionen 138—148 gaben bedeutende Niederschläge von Allylenkupfer. Hiernach scheinen die entstandenen Producte mehr Propylenbromür als Trimethylenbromür enthalten zu haben, so dass auch dieses Verfahren sich kaum zu einer vortheilhaften Darstellungsmethode von Trimethylenbromür eignen dürfte. Zum Schlusse will ich noch erwähnen, dass ich eine Reihe von Versuchen bei An- und bei Abwesenheit von Allylbromür und von Bromwasserstoff angestellt habe, um zu erfahren, ob unter gewissen Bedingungen, besonders bei höheren Temperaturen Trimethylenbromür in Propylenbromür oder dieses in jenes umgewandelt wird. Es liess sich aber in keinem Fall die Umwandlung auch nur eines kleinen Bruchtheils des einen in das andere Dibromür constatiren.

Nachdem ich jetzt eine sehr grosse Anzahl von Versuchen von welchen ich nur wenige oben beschrieben habe, in ihrem ganzen Verlaufe zu beobachten Gelegenheit hatte, glaube ich folgende Erfahrungssätze aussprechen zu können:

1) Die günstigsten Bedingungen für die Trimethylenbromürbildung sind
   a) Erhaltung des grösstmöglichen Verhältnisses von trockener Bromwasserstoffsäure zu trocknem Allylbromür, bis die Reaction beendigt ist oder unterbrochen wird.
   b) Eine Temperatur von 30—40° C.
2) Es wird um so mehr Propylenbromür gebildet, je verdünnter der Bromwasserstoff — durch Wasser oder durch schon gebildetes Trimethylenbromür — auf Allylbromür einwirkt. Wenn die durch anfängliche Trimethyllenbromürbildung hervorgebrachte Verdünnung einen gewissen Grad erreicht hat, so tritt aller

noch vorhandene Br H, und zwar bei niedriger Temperatur sehr langsam, bei hoher Temperatur ziemlich rasch, nur Propylenbromür bildend mit dem Allylbromür in Verbindung.

3) Auch bei Temperaturen zwischen 0 und 30° sowie über 100° wird in hinreichend concentrirten Br H Lösungen immer zuerst Trimethylenbromür gebildet; — die Propylenbromürbildung scheint jedoch bei niedrigen Temperaturen schon in weniger verdünnten Br H Lösungen als bei hohen Temperaturen zu beginnen.

Die Anlagerung des Bromwasserstoffs an das Allylbromür im Sinne der Trimethylenbromürbildung ist demnach nicht sowohl durch die höhere Temperatur, wie Markownikoff meint, sondern vielmehr durch die grössere Masse von Bromwasserstoff bedingt, welche dem Allylbromür dargeboten wird.

---

2) Ueber zwei isomere Säuren von der Zusammensetzung $C_6 H_{10} O_2$ aus Diäthylglycolsäure. (Diäthoxalsäure.)

(Vorläufige Notiz.)

Bei weiterer Verfolgung meiner Untersuchungen über die Hydroxysäuren der Fettreihe hat sich ergeben, dass sich aus Diäthylglycolsäure durch trockne Destillation eine von der Aethylcrotonsäure von Frankland und Duppa verschiedene mit dieser isomere Säure bildet. Während die Aethylcrotonsäure leicht in schönen bei 42° schmelzenden Krystallen erhalten werden kann, stellt die isomere Säure ein bei 198° siedendes Oel dar, das selbst bei —18° nicht fest wird und ganz andere Salze bildet, aus welchen sie sich unverändert wieder abscheiden lässt.

Bringt man aber die ölige Säure mit rauchender Bromwasserstoffsäure zusammen, so verwandelt sie sich alsbald in die feste Aethylcrotonsäure. Dieselbe Umwandlung erfährt sie, wenn man sie mit verdünnter Schwefelsäure erhitzt, desshalb lässt sie sich auch nicht als solche mit einem Gemisch von chromsaurem Kali und Schwefelsäure oxydiren. Wenn sie mit einem solchen Gemisch erhitzt wird, so verwandelt sie sich zunächst in Aethylcrotonsäure. Bringt man die ölige Säure mit Kalihydrat, das in möglichst wenig Wasser gelöst ist zusammen, so bildet sich eine Seife, die beim Erhitzen eine grüne Farbe annimmt. Zersetzt man dann eine Probe mit Schwefelsäure, so erhält man die unveränderte ölige Säure wieder. Erhitzt man aber die grüne Seife weiter, so verliert sich die seifenartige Beschaffenheit und die grüne Farbe, und die farblose Masse schmilzt schliesslich ganz ruhig. Sie enthält jetzt das Kaliumsalz der Aethylcrotonsäure, das sich bei weiterem Schmelzen wie es Frankland und Duppa schon angegeben haben in buttersaures und essigsaures Salz spaltet.

Sitzung vom 4. Januar 1879.

Herr Vogel trägt vor:

„Ueber Säurereaktion der Blüthen".

Nach den Angaben von Fremy u. Cloez [1]) zeigen die Säfte aller rothen oder rosarothen Blüthen saure Reaktion, während die Säfte der blauen Blüthen immer neutral, mitunter sogar schwach alkalisch reagiren. Zu diesem Resultate sind sie durch die Untersuchung der meisten im Pariser Museum gezogenen rothen und blauen Blumen gelangt, — eine Ansicht, die in die Lehrbücher der Agriculturchemie übergegangen ist.

Hiedurch habe ich Veranlassung genommen, eine grössere Menge verschieden gefärbter Blüthen in dieser Hinsicht zu untersuchen, zunächst nur desshalb, um mich von der Richtigkeit der behaupteten Thatsache durch persönliche Anschauung zu überzeugen. Auf mein Ansuchen hat Herr Professor Dr. L. Raab eine grössere Reihe verschieden gefärbter Blüthen auf ihre Reaktionsverhältnisse geprüft.

---

1) Journal für praktische Chemie B. 62. S. 269.

Im Ganzen sind 100 Arten nämlich 39 blaue, 44 rothe, 6 violette und als ergänzend oder zufällig 8 gelbe und 3 weisse Blüthen untersucht worden. Die Resultate der Beobachtungen finden sich im Folgenden übersichtlich zusammengestellt. Hiezu mag noch bemerkt werden, dass ungefähr die Hälfte (alle mit * bezeichneten) Blüthen Gartenpflanzen sind, die übrigen dagegen der Flora angehören. Was die sauren Reaktionen betrifft, so ist zu erwähnen, dass dieselben nicht in allen Fällen immer gleich entschieden deutlich auftreten; die Röthung des empfindlichen blauen Lakmuspapieres zeigt sich in sehr wechselnden Abstufungen. Am auffallendsten und stärksten erscheint die saure Reaktion bei hochrothen und mennigrothen Blüthen, nicht minder bei den nebenbei in den Kreis der Untersuchung gezogenen gelben und weissen Blüthen. Die sauere Reaktion der blauen, theilweise auch der violetten, besonders der blauvioletten Blüthen ist bedeutend schwächer, als der hochrothen, aber immer noch deutlich. Eine vollkommen neutrale oder sogar schwach alkalische Reaktion haben wir in allen hier aufgeführten Proben vorzugsweise nur an blauen Blüthen zu beobachten Gelegenheit gehabt, und zwar in 10 Beispielen. Dagegen aber auch bei drei violetten und rothen Blüthen, nämlich bei Campanula repunculoides (hellviolett), Prismatocarpus Speculum (purpurviolett) und was das Auffallendste ist bei den hochrothen Flügeln von Pisum sativum.

Es folgt nun die übersichtliche Zusammenstellung der bisher ausgeführten Versuchsproben.

Blaue Blüthen.
(Reaktion sauer.)

*Aconitum Napellus (dunkelblau).
*Ageratum imperial dwarf (blau).
*Borago officinalis (lasurblau).
*Campanula pyramydalis (himmelblau).

Campanula persicifolia (hellblau).
Cichorium Intybus (himmelblau).
*Cineraria hybrida (dunkelblau).
Contaurea lyanus (himmelblau).
*Convolvulus Mauritianus (hellblau).
Cynoglossum officinale (lasurblau).
Delphinium Consolida (blau).
*Delphinium formosum (dunkelblau) schwach sauer.
Echium vulgare (blau).
*Heliotropium peruvianum (blau).
Medicago sativa (blau).
Myosotis palustris (himmelblau).
*Nigella damascena (hellblau).
Polygala amara (blau).
Prunella vulgaris (blau).
Salvia pratensis (veilchenblau).
Succisa pratensis (blau).
*Tradescantia virginica (blau).
Veronica triphyllos (blau).
*Viola cornuta (hellblau).
*Viola tricolor maxima (hellblau).
*Vinca minor (hellblau).
Veronica Chamaedrys (schön blau).
Veronica agrestis (weiss und blau).

Violette Blüthen.

(Sauere Reaktion.)

*Hesperis matronalis (lila).
Linaria Cymbalaria (hellviolett).
Solanum Dulcamara (violett).
*Viola tricolor maxima (dunkelviolett).

Rothe Blüthen.
(Sauere Reaktion.)

Achillea Millefolium Varietät: rosa.
Anagallis arvensis (mennigroth).
*Azalea pontica (roth).
*Celosia cristata (dunkelroth).
Centaurea Scabiosa (purpurroth).
*Clarkia pulchella (roth).
Convolvulus arvensis (rosa).
Coronilla varia (rosa und weiss).
*Cuphea miniata (roth).
*Cyclamen europaeum (rosa).
Dianthus Carthusianorum (blutroth).
*Diclytra spectabilis (rosa).
*Digitalis purpurea (roth).
*Epacris purpurascens (rosa).
*Fuchsia (roth).
Fumaria officinalis (rosa).
Geranium Robertianum (rosa).
*Impatiens Balsamine (roth).
Lamium purpureum (roth).
Lamium maculatum (roth).
*Lantana (roth).
Lychnis Flos cuculi (fleischroth).
Lychnis Githago (purpurroth).
*Lychnis chalcedonica (feuerroth).
Lycium barbarum (purpurroth).
Malva rotundifolia (rosa).
*Metrosideros semperflorens (roth).
Papaver Rhoeas (blutroth).
Papaver somniferum (roth).
Onobrychis sativa (rosa).
Phaseolus multiflorus (hochroth).
*Pelargonium Scarlet (roth).

*Rosa centifolia (roth).
*Silene Armeria (roth).
Symphytum officinale (purpurroth) schwach sauer.
Stachys palustris (purpurroth).
Stachys sylvatica (purpurroth).
Thymus Serpyllum (hellroth).
Trifolium agrestis (purpurroth).
*Tropaeolum coccineum (mennigroth.)
*Verbena hybrida (roth).
Verbena officinalis (lieblich blassroth).
*Zinnia elegans (roth).

Blaue Blüthen.

(Alkalische oder neutrale Reaktion.)

Campanula glomerata (veilchenblau).
Campanula rotundifolia (hochblau).
*Convolvulus bicolor (blau und weiss).
*Hyssopus officinalis (blau).
*Linum perenne (blau).
*Linum Syriacum (blau).
*Lobelia erinus (blau).
*Salvia nobilis (blau).
*Verbena hybrida (blau).
*Viola tricolor maxima (dunkelsammetblau).

Violette Blüthen.

(Alkalische oder neutrale Reaktion.)

Campanula rapunculoides (hellviolett).
Prismatocarpus Speculum (purpurviolett).

Rothe Blüthen.

(Alkalische oder neutrale Reaktion.)

Die rothen Flügel von Pisum sativum.

Gelbe Blüthen. (Reaktion sauer.)

Anthemis tinctoria.
*Calceolaria (schwach sauer).
Galium verum.
Lysimachia numularia.
Lotus corniculatus.
Potentilla reptans.
*Rosa centifolia (gelb).
Verbascum nigrum.

Weisse Blüthen. (Reaktion sauer.)

*Borago officinalis. Varietät.
*Rosa centifolia.
Spiraea Ulmaria.

Die vorliegenden Versuche bestätigen die bisher gemachten Erfahrungen, dass man nicht berechtigt ist, die rothe Färbung der Blüthen durch Einwirkung von Säuren resp. saueren Salzen auf blauen Farbstoff herzuleiten oder umgekehrt letzteren dem Einflusse von Alkalien auf rothen Farbstoff zuzuschreiben, obwohl nicht in Abrede gestellt werden kann, dass zwischen gewissen rothen und blauen Pflanzenfarben eine entschiedene Verwandtschaft obwaltet.

Diessbezügliche Versuche lehren vielmehr, dass rothe Blüthenfarbstoffe durch Alkalien nicht in's Blaue sondern ebenso wie die blauen in grüne Nuancen verändert werden. Beispiele hiefür geben: Rosa centifolia, Digitalis purpurea, Pelargonium Scarlet u. a.[1]). Uebrigens lässt sich nach Schübler[2]) manches rothe Blüthenpigment in blaues umändern, wenn man die erhaltene Blüthentinktur zuerst mit verdünnter Salz-Säure und dann mit einer Lösung von Ka-

1) Zu vergl.: A. Vogel, Ueber die Veränderung einiger Blumen- und Blüthenfarben durch Ammoniakgas. Sitzungsberichte der kgl. Akademie d. W. 1870. 8. Jannar S. 14

2) Schweiggers Jahrbuch 1826 Bd. I, S. 285—321.

liumkarbonat versetzt. Als Beispiele solcher Blüthenfarben führt derselbe Pelargonium inquinans, Dahlia pinnata und Lotus tetragonolobus an.

Bei seinen weiteren Versuchen über die Blumenfarben fand er, dass durch Einwirkung von Alkalien auf die einfachen und mit Säuren versetzten Blüthentinkturen verschiedene Farbenstufen erhalten werden können, und dass sich auf diese Weise gewisse vegetabilische Farbenspektren darstellen lassen, welche trotz einer Aehnlichkeit mit dem prismatischen Spektrum sich dennoch wesentlich von diesem unterschieden. Schübler stellte zunächst zwei von einander ganz verschiedene Farbenreihen unter den Blüthen auf; dasselbe thaten Decandolle und Macaire. Er liess nemlich sämmtliche Farben aus neutralem Chlorophyll entstehen. Durch Oxydation des Blattgrüns entstand dann die oxidirte oder positive Farbenreihe, welche die gelben Farben in allen Nuancen bis zu gelbroth umschloss (xanthische Farbenreihe); durch Desoxydation wurde die negative Reihe erzeugt, welche die blauen Blüthenfarben in allen Abstufungen bis zum violettroth enthielt. Ferner nahm er an, dass die positive Reihe nie in die negative und diese nie in jene übergehen könne.

Diese an sich geistreiche Theorie wurde ebenso wie die Ansicht Marquart's, nach welcher das Blüthenblau aus dem Blattgrün durch Wasserentziehung und das Blüthengelb durch Wasseraufnahme entstehen sollte als unhaltbar verworfen, wie man überhaupt und mit Unrecht von Seite der Pflanzenphysiologen und Chemiker jede Metamorphose des Chlorophylls in andere Farbstoffe der Blätter und Blüthen läugnete.

So blieb denn auch unser Wissen über die prächtigen und mannigfaltigen aber auch sehr vergänglichen Blüthenfarben äusserst mangelhaft. Soviel war bekannt, dass die rothen und blauen Farbstoffe sich mehr in den äusseren,

der Luft zugänglicheren Zellschichten und für gewöhnlich in wässeriger Lösung, als gefärbter Zellsaft befinden, weshalb man sie auch extraktive (in Wasser lösliche) Farbstoffe nannte; die meisten gelben Pigmente dagegen und in Anschluss an diese manche rothe Farben von harziger Natur sind vorzüglich in den tieferen Zellschichten der Blumenblätter, in körniger und ungelöster Form abgelagert.

Auf Grund der Resultate der neueren Untersuchungen in dieser Richtung wird nun mehr Licht in dieses Dunkel gebracht.

Pringsheim[1]) wurde durch die Resultate seiner spektroskopischen Untersuchungen zu der Ueberzeugung gebracht, dass das Chlorophyll nicht aus zwei Farbstoffen zusammengesetzt sei, und dass Etiolin, Anthoxantin und Xanthophyll sowie das Phycoërythrin also die gelbe Farbe der Blüthen und Blätter dem Chlorophyll sehr nahe verwandt sind und daher mit dem Blattgrün in eine Gruppe, nemlich in die der Chlorophyllfarbstoffe gehören.

Auf die Umbildung des Chlorophylls in Xanthophyll (Erythrophyll) machte bereits Mohl aufmerksam, indem ausdauernde Blätter mit jedem Winter einen periodischen Farbenwechsel zeigen und die saftgrüne Farbe einen gelblichen Farbenton annehme.

Die Ursache hievon ist zwar unbekannt, sie hängt jedoch bestimmt mit veränderten Lebensverhältnissen der Pflanzen oder Pflanzentheile zusammen; daher findet sich der (vielleicht durch Reduktion entstandene) gelbe Farbstoff auch an der Stelle der Chlorophyllkörner und ist wie diese unlöslich und harziger Natur.

Berzelius hat ebenfalls nachgewiesen, dass die schön grünen Lösungen des reinen Blattgrüns im Sonnenlichte bald gelb gefärbt werden, indem das Blattgrün sich in ein gelbes Harz umwandele.

1) Chem. Centr. 1876, 217.

Ebenso schliesst Liebermann[1]) aus seinen mit dem Spektralapparate gemachten Beobachtungen: dass das Chlorophyll der verschiedenen Pflanzen keine nennenswerthe optische Verschiedenheit zeigt, dass es ein salzartiger Körper sei, aus Chlorophyllsäure und einem basischen Körper bestehend; dass der basische Bestandtheil — das Phyllochromogen — durch Oxydations- und Reduktionsmittel die verschiedenen Farben annehmen kann und die Muttersubstanz der Blumenfarbstoffe sei. Die Bildung des Blüthenfarbstoffes lässt sich so erklären, dass in irgend einer Weise das Chlorophyll gespalten wird und dass das Phyllochromogen durch Oxydation in violetten, blauen oder rothen Blumenfarbstoff verwandelt wird.

Es wird also trotz gegentheiliger Ansichten an der Theorie festzuhalten sein, dass das Chlorophyll mit den Blüthenfarben in engem Zusammenhange stehe.

Die Blumenfarbstoffe erscheinen demnach theils als direkte Erzeugnisse des Pflanzenlebens — Chlorophyllfarbstoff —, theils als Spaltungsprodukte und ihr Hauptcharakter liegt eben in diesem pflanzlichen Ursprung und in der ausgezeichneten Farbe, die sie durch bestimmte Einflüsse annehmen können und welche von der Einwirkung des Sauerstoffes bedingt zu sein scheint.

Die Farbstoffe finden sich auch gewöhnlich an der Oberfläche der Pflanzen in den mit der Luft am meisten in Berührung stehenden Geweben. Möglicher Weise finden sie sich im Innern der Pflanzen bereits als eigene Verbindungen vor, denen nur der nöthige atmosphärische Sauerstoff fehlt, um ihre eigenthümliche Färbung zu erhalten. Persoz wenigstens fand, dass Balsaminenpflanzen eine durch ihre Wurzeln aufgenommene Indigolösung im Innern entfärben und sie erst wieder in den Blättern mit blauer Farbe

1) Wien. Akad. Ber. 72, 599.

erscheinen lassen. Hiemit stimmen auch einige mit Eosin angestellte Versuche überein, über welche ich demnächst Näheres zu berichten hoffe Die durch Spaltungen von Chlorophyll aus Phyllochromogen entstandenen Pigmente — Extraktiv-Farbstoffe — reihen sich entweder den Glykosiden (Quercitrin, Quercetin u. a.) oder jenen der Gerbsäuren (Carminsäure) an. Verglich doch Sachsse den von Baeyer aus Furfurol und Pyrogollussäure dargestellten chlorophyllähnlichen Farbstoff mit Chlorophylllösungen und konstatirte auch eine gewisse Aehnlichkeit in den Absorptionsspektren beider.

Repräsentanten hiefür gewähren uns die Blüthen von Ruta graveolens, Sophora japonica, Aesculum Hippocassanum, Carthamus tinctorius und Monarda didyma, welche letztere nach Belhomme Kochenillefarbstoff enthält.

Wie diese so verhalten sich die meisten pflanzlichen Pigmente und Chromogene in der Art schwacher Säuren. Nach Preisser sollen alle Farbstoffe im gefärbten als farblosen Zustande deutlich sauer reagiren. Im Gegensatze zu den Chlorophyllfarbstoffen finden sich die durch Spaltung des Blattgrüns entstandenen „Extraktiv"-Farbstoffe in der Regel im Zellsafte gelöst und zwar meist in Chlorophylllosen Zellen und sind ziemlich unbeständig.

Es ist dabei natürlich nicht zu verkennen, dass manche Farbstoffe unter bestimmten Einflüssen gewisse Veränderungen im Farbentone oder in der Farbe überhaupt annehmen. Beispiele hiefür gewähren uns die Hortensien und Rosen. Erstere nehmen in eisenhaltiger Erde schön blaue Färbung an, letztere erhalten in Erde, der Russ beigemengt ist, bedeutend lebhafteres Colorit, wesshalb Blumenzüchter hievon praktische Anwendung machen.

Ausser den chemischen Einflüssen, welche pflanzliche Pigmente umzuändern vermögen, haben auf die Entwickelung der mancherlei Blüthenfärbungen lebender Pflanzen noch

ganz besonders Licht und wie bereits oben erwähnt atmospärischer Sauerstoff Einwirkung. Die Blüthen verschiedener Arten aus der Familie der Boragineen (Cynoglossum officinale, Pulmonaria offic., Myosotis palustris, Symphytum offic.) zeigen diess in ausgeprägter Weise.

Manche Blumenblätter sind, solange sie in der Blüthenknospe eingehüllt, grün, erhalten aber bei ihrer Entfaltung im Sonnenlichte allmälig ihre eigenthümliche Farbe.

Aus den mitgetheilten Versuchen ergibt sich ferner als Resultat, dass die bisherige Ansicht, wonach überhaupt alle Pflanzensäfte, auch die Mehrzahl der Blüthensäfte, saure Reaktion zeigen, ziemlich zutreffend sei. Die wenigen Beispiele neutraler oder alkalischer Reaktion der Blüthen dürften beinahe als Ausnahmsfälle zu bezeichnen sein. Unter den 100 untersuchten Blüthensorten finden sich nur 12, welche nicht sauer reagiren. Dagegen lässt es sich nicht als Regel aufstellen, wie Fremy behauptet, dass die Säfte der blauen Blüthen immer neutral reagiren; aus der Zusammenstellung ergibt sich eine grosse Reihe blauer Blüthen mit saurer Reaktion, wenn dieselbe auch im Allgemeinen etwas minder deutlich ist, als die saure Reaktion der rothen Blüthen. Von den untersuchten 38 blauen Blüthen zeigen 28 entschieden sauere Reaktion. Einige der rothen Blüthen ergaben, wie aus dem Verzeichniss ersichtlich, sogar neutrale und schwach alkalische Reaktion. Von den untersuchten 53 rothen Blüthensorten reagirten 50 deutlich sauer, 3 neutral oder sogar schwach alkalisch.

Es dürfte von Interesse sein, die Menge des Säuregehaltes der verschiedenen Blüthen durch Titriren zu bestimmen, — eine Arbeit, die auch den Unterschied zwischen Frühlings- und Herbstblüthen herausstellen wird, da die letzteren vorläufig allein zur Untersuchung gelangten. —

Herr v. Jolly theilt folgenden Nachtrag mit zu Kundt's Abhandlung über Drehung der Polarisationsebene in Schwefelkohlenstoff-Dampf.

Nach Veröffentlichung der vorstehenden Versuche haben wir den benutzten Apparat dadurch noch verbessert, dass wir dem Eisenrohr (aa in der Figur) eine Länge von 2,4 Meter gaben. Die Glasplatten dd waren nun soweit von den Enden der 6 Drahtrollen entfernt, dass dieselben bei Schluss eines Stromes von 70 grossen Bunsen'schen Elementen eine sichtbare Drehung nicht bewirkten. Eine Wiederholung der Versuche mit Schwefelkohlenstoffdampf gab auch jetzt eine deutliche Drehung der Polarisationsebene.

Ebenso gelang es uns die electromagnetische Drehung in gasförmiger schweflicher Säure bei 100° C. und einem Druck von circa 20 Atmosphären, und in Schwefelwasserstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur und etwa 20 Atmosphären zu beobachten.

Bei Luft bis zu 25 Atmosphären konnten wir bisher keine Drehung wahrnehmen. Wir wollen nicht unterlassen zu bemerken dass für die Untersuchung der Drehung in Luft, sich abgesehen davon dass man sehr hohe Drucke anwendet, noch der Weg bietet, die Beobachtungen anzustellen mit polarisirtem Sonnenlicht, welches mit Hülfe von Heliotropen in der Richtung des erdmagnetischen Meridians durch eine lange Strecke der Atmosphäre gesendet wird.

Sitzung vom 1. Februar 1879.

Herr Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski gibt ein Bild seines Bruders Adolph ab, mit folgenden erläuternden Worten:

Nachdem ich wiederholt Veranlassung hatte, in den Mittheilungen über unsere Untersuchungen [1]) längs getrennter Routen in Indien und nördlich davon in den verschiedenen Gebieten Hochasiens, auch über Ergebnisse zu berichten, die speciell mit den Arbeiten unseres zu Káschgar, 28 Jahre alt, ermordeten Bruders Adolph sich verbinden, sei es mir gestattet, der hohen Classe ein Porträt desselben zu überreichen, das in der hier gebotenen Form für den abschliessenden 4. Band meiner deutschen beschreibenden Bearbeitung der „Reisen" [2]) bestimmt ist.

---

1) Die allgemeine Zusammenstellung wird gegeben in „Results of a scientific mission to India and High Asia. By Hermann de Schlagintweit-Sakünlünski, Adolphe, and Robert de Schlagintweit. Leipzig, F. A. Brockhaus; London, Trübner and Co." — 9 Bände mit Atlas; Vol. I bis Vol. IV, mit 43 Tafeln sind bis jetzt publicirt. Vol. V ist in Arbeit.

2) „Reisen in Indien und Hochasien. Eine Darstellung der Landschaft, der Cultur und der Sitten der Bewohner, in Verbindung mit klimatischen und geologischen Verhältnissen. Jena, Herm. Costenoble." 4 Bände, 1869 bis 1879.

Die letzten positiven Nachrichten über sein Schicksal, die nach Europa gelangten, habe ich in meiner Abhandlung vom 6. Februar 1869 der k. Akademie gemeldet [3]).

Das vorliegende Bild wurde für mich, als Original in Lebensgrösse, von Herrn Hofmaler Gräfle ausgeführt, nach Photographien, wie wir deren mehrmals bei Zusammentreffen während der Reise gegenseitig machen konnten; diese jedoch hätten sich, wegen bedeutend kleineren Maassstabes und wegen geringerer Stärke der Tönung, als unmittelbare Vorlagen weniger günstig für die beabsichtigte Art der Vervielfältigung benützen lassen. Die Reproduction ist jetzt photographischer Pressendruck von Herrn J. B. Obernetter.

Bei der Publication wird dem Bilde, nebst den biographischen Angaben: „geb. zu München 9. Januar 1829, ge„fallen zu Káschgar 26. August 1857", auch ein Autogramm als Facsimile in Zinkographie beigefügt werden.

---

3) „Neue Daten über den Todestag von Adolph von Schlagintweit, nebst Bemerkungen über die mussälmán'sche Zeitrechnung". Sitzungsberichte S. 181—190.

Im vierten Bande der „Reisen" ist ausführliche Mittheilung über seine Wege und Forschungen in Turkistán sowie über sein unglückliches Ende zu Káschgar Gegenstand von Cap. IV.

Sitzung am 1. März 1879.

Herr Dr. C. W. Gümbel bespricht:

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen."

V.

Die Pflanzenreste-führenden Sandsteinschichten von Recoaro.

Das grosse wissenschaftliche Interesse, welches sich an die weitere Verbreitung der zahlreichen Pflanzenreste enthaltenden Schichten von Neumarkt in Südtirol für das ganze Alpengebiet knüpft, hat mir die Aufgabe nahe gelegt, zu untersuchen, in welchem Verhältnisse die schon seit langer Zeit bekannten, an Pflanzenversteinerungen reichen Bildungen von Recoaro zu den oben genannten Lagen stehen, und ob wirklich, wie ich es bereits vermuthungsweise ausgesprochen habe, der sog. untere Pflanzen-führende Sandstein von Recoaro, welcher schon von den älteren Forschern unterschieden wurde, als identisch mit dem von Neumarkt anzusehen sei. Ein im letzten Sommer nach Recoaro unternommener Ausflug[1]) hat mir

1) Ich wurde auf dieser Reise von meinen beiden Assistenten Dr. v. Ammon und Dr. Oebbeke begleitet und von denselben bei meinen Untersuchungen förderlich unterstützt.

hier die erwünschten Aufschlüsse gegeben, die ich im Folgenden mitzutheilen beabsichtige.

Der reizend gelegene kleine Badeort Recoaro, welcher seit alter Zeit wegen seiner ganz aussergewöhnlich mannigfachen und interessanten geologischen Verhältnisse und durch den vergleichsweise grossen Reichthum an Versteinerungen berühmt ist, gehört wohl zu den am frühesten und eingehendsten untersuchten Gegenden des ganzen Alpengebiets.

Schon 1769 befasste sich Arduino[2]) mit der Beschreibung des vicentinischen Gebirgs und schilderte zuerst im Einzelnen die verschiedenfarbigen Sandsteinlagen, welche unter den Kalkbergen des tiefen Thalkessels von Recoaro sich bemerkbar machen. Er erwähnt selbst die Pflanzenreste, welche in diesen Sandsteinschichten eingebettet liegen und macht sogar schon auf die zahlreichen Muschenversteinerungen des grauen Kalks, die sich daselbst finden, aufmerksam. Fast zu gleicher Zeit beschäftigte sich auch Festari[3]) mit diesen merkwürdigen Gesteinsbildungen der vicentinischen Berge.

Im Anfange dieses Jahrhunderts war es der Vicentiner Fortis, welcher in seiner berühmten Schrift: Mémoires pour servir à l'histoire naturelle et principalement à l'oryctographie de l'Italie"[4]) bereits das Vorkommen von *Terebrateln* und *Encriniten* in dem Kalkstein von Sasso della Limpia bei Recoaro anführt. Eingehender beschäftigte sich Abbé Maraschini (1822—1824) mit den geologischen Verhältnissen des damals schon berühmten Badeortes, woselbst er lebte, in einer mit grosser Sachkenntniss und Aus-

2) Mem. sulle acque minerali di Recoaro e sulla della montagne dalle quali scaturiscano; Gior. d'Italia, Venetia 1775.

3) Saggio di Osservazioni sopra alcune montagne ed alpi altissime del vicentino; Giorno d'Italia, Venezia 1775.

4) Paris 1802 Vol. I p. 10.

führlichkeit verfassten Schrift[5]). Darin stellte derselbe bereits eine durch instructive Profilzeichnungen erläuterte Reihenfolge der hier auftretenden Schichtgesteine und der diese durchsetzenden Eruptivmassen auf. Als Basis des ganzen Gebirgs (roccia fundamentale) betrachtet er den von ihm als Talkschiefer bezeichneten Phyllit. Die unmittelbar darauf lagernden Schichten werden nun in folgender Weise bezeichnet:

1) Metassit und Steinkohlen-führender Sandstein, welchen er der Steinkohlenformation zuweist. Es sind diess die tiefsten Schichten, in welchen sich neben der Kohle auch zahlreiche Pflanzenreste vorfinden.
2) Darauf folgt: prima calcaria grigia, von ihm als Zechstein angesehen, dann:
3) Secondo gres rosso oder gres screziatio, welche Sandsteinbildung als unterstes Glied des bunten Sandsteins gedeutet wird.
4) Secondo calcaria grigia, der mit grossem Scharfsinn ganz richtig mit dem deutschen Muschelkalk gleich gestellt wird.
5) Terzo gres rosso, — welcher als Quadersandstein gedeutet wird.
6) Jurakalk mit Dolomit und Kreide.
7) Verschiedene Eruptivgesteine, wie Porphyr, Trachyt und porphyrartig-ausgebildete Dolerite.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass dieser gründliche Beobachter bereits bei den Eruptivmassen streng das Alter berücksichtigt und z. B. scharfsinnig bemerkt, dass gewisse Arten derselben nicht über den sog. Jurakalk hinaus-

[5]) Abh. in: Bibliotheca italiana Juni 1877 und „Sulle formazioni delle rocce del Vicentino Saggio geol." Padova 1824.

reichen, während die Trachyte sich den jüngern Ablagerungen anschliessen und sie durchsetzen.

Diese im grossen Ganzen richtige und nach dem damaligen Standpunkte der Wissenschaftgrade zu bewunderungswürdige Auffassung der geologischen Verhältnisse von Recoaro verdient, obwohl sie von Marzari-Pencati und Catullo[6]) bestritten wurde, unsere volle Anerkennung; sie bildet die Grundlage vieler späteren Forschungen, namentlich jener seines Schülers Pasini in Schio, dann von Trettenero und von Massalongo.

Theilweise bestätigt und theilweise berichtigt wurden diese Beobachtungen Maraschini's als Murchison, L. v. Buch[7]) und Ewald bei Gelegenheit des Besuchs der Naturforscher-Versammlung in Venedig 1847 auch dieses Alpengebiets streiften. Sie stellen dabei richtig, dass der sog. prima calcaria grigia Maraschini's nicht dem Zechstein entspreche, sondern zum bunten Sandstein zu rechnen sei.

Hieran reihen sich Massalongo's erfolgreiche Bemühungen, aus dem Pflanzenreste-führender Lagen bestimmbare Exemplare aufzusammeln und der Art nach festzustellen. Diese Bestimmungen waren der Zutheilung der Schichtenreihe zur Formation des bunten Sandsteins besonders günstig. Es war nämlich, wie de Zigno[8]) berichtet, diesem fleissigen und scharfblickenden Naturforscher, der leider zu frühzeitig der Wissenschaft durch den Tod entrissen wurde, gelungen 50 Exemplare von Pflanzenresten zusammenzubringen, in welcher er 20 verschiedene Arten und Varietäten

---

6) Zoologia fossile (1827) und: Nuov. Annal. d. scienc. nat. d. Bologna" 1846.

7) N. Jahrbuch 1848; S. 53.

8) Sulle plant. fossili del Trias di Recoaro in: Mem. del l'Istituto Veneto di sciencze etc. Vol. XI. 1862.

aus den Gruppen der Schachtelhalmen, Bärlappe, Farrn und Coniferen, insbesonders die Gattungen: *Equisetites*, *Caulopteris*, *Aethophyllum*, *Echinostachys*, *Taxodites*, *Araucarites*, *Haidingera* und *Taxites* erkennen zu können glaubte. Da die meisten dieser Pflanzenreste aus dem sog. unteren Pflanzenlager, dessen Schichten Maraschini wegen des Vorkommens von Steinkohle der Carbonformation zugezählt hatte, mit den sonst im Buntsandstein vorkommenden Formen übereinstimmen, oder doch nahe verwandt sind, nahm man als festgestellt an, dass die ganze diese Flora beherbergende Gesteinsreihe der Buntsandsteinformation angehöre. Leider war es Massalongo nicht mehr vergönnt, das Resultat seiner mit so viel Eifer und Geschick begonnenen Studien dieser Pflanzenreste von Recoaro selbst zu veröffentlichen[9]). Zum Glück fand die über diesen Gegenstand vorbereitete Arbeit Massalongo's in de Zigno einen warmen Freund, der sich die Mühe kritischer Ueberarbeitung und der Veröffentlichung mit pietätsvoller Hingebung unterzog.

Diese Publikation de Zigno's führte gleichfalls zu dem Ergebnisse, dass das sog. untere Pflanzenlager von Recoaro dem Buntsandstein, ein oberes dagegen dem Muschelkalk zuzurechnen sei. De Zigno bemerkt sehr scharfsinnig, dass es auffallen werde, unter den aufgezählten Pflanzen des Genus Voltzia, das ja für den Buntsandstein so charakteristisch sei und welches auch von andern Auktoren, wie Catullo und v. Schauroth aus diesen Lager angegeben werde, nicht zufinden. Allein es habe sich Massalongo bei seinen Untersuchungen überzeugt, dass die etwa hieher zu rechnenden Formen von Recoaro besser zu Araucarites zu stellen seien, welcher Annahme auch de Zigno folgen zu müssen glaubt.

---

9) Eine kurze briefliche Mittheilung hierüber findet sich in dem Jahrbuch 1857 S. 7.

Aus dem unteren Pflanzenlagen der bunten Sandsteinschichten zählt de Zigno folgende Pflanzenarten von Recoaro auf:

1. *Equisetites Brongniarti (?)* Ung.
2. *Caulopteris (?) Maraschiniana* Mass.
3. *Caulopteris (?) Laeliana* Mass.
4. *Caulopteris Festariana* Mass.
5. *Aethophyllum Faetterlianum* Mass.
6. *Haidingera Schaurotheana* Mass.
7. *Taxites Massalongi* Zign.
8. *Taxites vicentinus* Mass.

Aus den oberen sandig-kalkigem Lagen des Muschelkalkes:

1. *Echinostachys Massalongi* Zign.
2. *Taxodites Saxolympiae* Mass.
3. *Araucarites recubariensis* Mass.
4. *Araucarites Massalongi* Zign.
5. *Araucarites pachyphyllus* Zign.

De Zigno zieht aus der Untersuchung dieser Pflanzenreste folgende geologische Schlüsse:

1) Es finden sich in den Triasschichten von Recoaro zwei verschiedene Floren vertreten, eine des unteren Sandsteins, der unmittelbar auf dem älteren krystallinischen Schiefer aufliegt, und eine der oberen sandig kalkigen Schichten. Die erstere Flora ist durch das Vorkommen von *Equisetices*, *Caulopteris*, *Aethophyllum*, *Haidingera* und *Taxites* charakterisirt, die zweite durch das von *Araucarites* und *Taxodites*. Dieser Unterschied ist durchgreifend und wohl begründet, weil bis jetzt keine einzige Art aufgefunden wurde, welche beiden Lagen gemeinschaftlich wäre.

2) Die Gattungen *Taxites* und *Araucarites*, welche bisher nicht in älteren, als Liasschichten gefunden wurden,

kommen und zwar sehr häufig in der Trias von Recoaro vor.

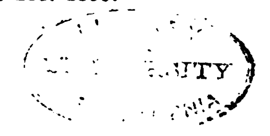
3) Die Entdeckung der Gattungen *Aethophyllum* und *Haidingera* sichern die Zugehörigkeit der Schichten des unteren Pflanzenlagers, trotzdem, dass Maraschini und Andere diese Lagen für Kohlensandstein erklärt haben, zum bunten Sandstein, in Bestätigung der schon 1847 bei der Versammlung in Venedig von den Geologen ausgesprochenen Annahme, dass alle Ablagerungen von Sand- und Kalkstein zwischen dem Glimmerschiefer und dem Jurakalk in den Thälern von Leogra und Agno (mit Recoaro) zu den Triasformationen gehören.

Die spätere Angabe Pirona's[10]) stützt sich ganz auf diese Ausführung de Zigno's.

Auch v. Schauroth hatte sich fast gleichzeitig, wie Massalongo mit der Erforschung der geologischen Verhältnisse Recoaro's befasst. Zwei ausführliche Abhandlungen[11]) machen uns mit den wichtigen Ergebnissen dieser Untersuchungen, an welchen auch der Badearzt Dr. Bologna wesentlichen Antheil hat, bekannt. Denselben ist zu entnehmen, dass v. Schauroth die schiefrigen Gebilde, welche die allgemeine Unterlage der Sedimentgesteine bei Recoaro ausmachen, als Glimmerschiefer auffasst, der meist als Talkschiefer ausgebildet, an einigen Lokalitäten auch Uebergänge zu Chloritschiefer und selbst zu Thonschiefer zeige. Derselbe sei fettig anzufühlen, schimmernd

10) Costituzione geologica di Recoaro in: Monografia delle aque miner. delle provinc. Venete.

11) Uebersicht der geogn. Verhältnisse der Gegend von Recoaro in: Sitzungsb. d. math. naturw. Classe d. k. k. Acad. d. Wiss. in Wien Bd. XVII. S. 481 1855 und Kritisches Verzeichniss der Versteinerungen der Trias im Vicentinischen; daselbst Bd. XXXIV. S. 283. 1859.



und durch beigemengte Quarztheilchen ziemlich fest. Erwähnenswerth sei hierbei die Einlagerung von Anthracit, welcher gleich hinter der Königsquelle gegen le Vallette zu, dann an der Strasse nach Fonte Franda und bei Peserino zu Tag ausgehe.

Die unmittelbar auf dem Glimmerschiefer lagernden sandigen Schichten glaubt er der Trias zuweisen zu müssen und kann die ältere Angabe von Rothliegendem und Zechstein nicht bestätigen. Diese Triasschichten beginnen nach v. Schauroth mit einer ½—1 m. mächtigen Conglomeratbank, die allerdings einige Aehnlichkeit mit Rothliegendem besitzt, aber nicht, wie dieses aus Fragmenten von Porphyr besteht, sondern aus solchen von Glimmerschiefer und Quarz mit sandigem Bindemittel zusammengesetzt ist. Es folgt darüber eine gegen 9 Meter mächtige Bildung dünnschichtiger Sandsteine, der unten grobkörnig und dunkelroth gefärbt, nach oben feinkörniger und von gelblichweisser Farbe ist. In diesen oberen Lagen kommen Kohlenbrocken und Pflanzenreste in meist sehr schlechtem Erhaltungszustande und desshalb unbestimmbar vor.

Ueber diese Sandsteinbildung beginnen die festen Mergel oder dolomitischen Kalksteine, oft auch mit Sandsteinlagen und glimmerreichem Röth wechselnd. Es machen sich hier z. Th. oolitische Dolomitbänke mit *Turbonilla gracilior* besonders bemerkbar. Die tieferen Schichten enthalten *Posidonomya Clarai*, *Myacitis fassaensis*, *Myophoria ovata* u. s. w. in grosser Menge; stellenweis zeigt sich auch in diesen Lagen eine bis 15 m. mächtige Gypsbildung, wie z. B. in Val del Rotolone, bei Rovegliana, Valli und Tretto. Diese obersten Lagen bilden den Uebergang zu einer zweiten Schichtenreihe des:

Muschelkalkes, welcher durch das Auftreten reinerer, versteinerungsreicher Kalksteinlagen und spärlicher mergeliger Thonschichten sich kenntlich macht. Die organischen

Einschlüsse weisen den Muschenkalkcharakter unzweideutig nach. Auch die dem deutschen Wellenkalk ähnliche Ausbildung der Schichten, das Vorkommen von Hornstein stimmen damit sehr gut überein. Ein mächtiges System dünn geschichteter Kalke — petrographisch vom oberen Muschelkalk Deutchlands kaum zu unterscheiden — beschliesst diese Reihe, die Maraschini als seconda calcarea grigia anführt. Die obersten dieser Kalkplatten nehmen Sand auf, gehen in rothen Mergel über, werden glimmerreich und schiefrig, so dass sich die rothen Gesteine der untern Abtheilung, aber ohne Sandsteinzwischenlagen, nahezu vollständig wiederholen. Es ist diess Maraschini's terzo gres rosso, und für Aequivalente des Quadersandsteins angesehene Schichtenreihe.

v. Schauroth neigt sich der Ansicht zu, dass hierin Repräsentanten des ausseralpinen Keupers anzunehmen seien, aber in einer eigenthümlichen, von der ausseralpinen Ausbildung abweichenden Entwicklung. Nach dieser Auffassung gehören dann die höher lagernden Kalke des Mt. Laste, Mt. Spizze, Cima tre croci, Mt. Sumano u. s. w. dem Jura an.

Aus dem unteren Pflanzenlager beschreibt v. Schauroth nur eine Pflanze näher, nämlich *Palissya Massalongi* n. sp., welche de Zigno in seiner erwähnten Abhandlung als *Taxites Massalongi* anführt, und aus den oberen Lagen *Voltzia heterophylla* var: *brevifolia*, unter welchen ohne Zweifel die *Araucarites (Voltzia) recubariensis* Mass. zu verstehen ist. Soweit v. Schauroth.

Es folgte nun eine längere Pause in der weiteren Erforschung der geologischen Verhältnisse Recoaro's bis 1864 und 1867 Benecke[12]) auf's Neue die Untersuchung wieder

12) Geognostisch-palaeont. Beiträge. I. Bd. Ueber Trias und Jura in den Südalpen II. Bd. Ueber einige Muschelkalk-Ablagerungen der Alpen 1868.

aufnahm. Sein ausserordentlich interessanter Bericht schliesst sich ziemlich eng an die Anschauungen v. Schauroth's an. Auch hier wird das Grundgebirge als Glimmerschiefer bezeichnet, auf dem sich zunächst bunter Sandstein und darüber Muschelkalk lagern. Mit den oberen Schichten des bunten Sandsteins oder Röths werden die Gypsbildungen und die Rauhwacke verbunden und angeführt, dass an vielen Orten diese Lagen einfach bloss durch Rauhwacke ohne Gyps ersetzt sind.

Eingehend werden die Muschelkalklagen besprochen. Die ersten Schichten über den Gypsbildungen nehmen dünnplättige Kalke mit *Encrinus gracilis* und mit einer reichen Muschelkalkfauna ein. Darüber zeigen sich merkwürdiger Weise wieder bunte rothe, grau und grünlich gefärbte Mergel und erst über diesen kommen die schon so lange aus dieser Gegend bekannten sog. Muschelkalkbänke vor, welche den oberen Lagen des deutschen unteren Muschel- oder Wellenkalks gleichstehen.

Was die noch höher lagernden versteinerungsleeren rothen Schichten anbelangt, so fehle jeder Anhaltspunkt zu einem Vergleiche mit der Anhydritgruppe oder dem oberen Muschelkalk. Die zu höchst obenauf ruhenden Kalk- und Dolomitmassen endlich, welche *Megalodon triqueter*, *Turbo solitarius* etc. enthalten, werden von Benecke dem nordalpinen Keuperdolomit (Hauptdolomit) gleich gestellt.

Für die Frage nach den Horizont der die Pflanzenreste beherbergenden Schichten ist die diesem Berichte sich anschliessende phytopaläontologische Arbeit Schenk's[13]) von grösster Wichtigkeit, weil hierbei der Verfasser, obwohl er sich eigentlich auf die Beschreibung der Pflanzenreste des Muschelkalkes speciell beschränkt, Gelegenheit nimmt,

---

13) Gegn.-palaeont. Beiträge von Benecke Bd. II. 1868 S. 71.

auch über jene des tieferen Horizontes, aus dem ihm die v. Schauroth'schen Erfunde zur Untersuchung vorlagen, seine Beobachtungen und Ansichten mitzutheilen.

Es ist für die vorliegende Untersuchung zu wichtig, diese Resultate Schenk's kennen zu lernen, als dass wir es uns hier versagen dürften, dieselben in Kürze zu erwähnen. Bezüglich der von de Zigno beschriebenen Arten bemerkt Schenk folgendes:

1) *Equisetites Brongniarti* (?) Ung. lässt wegen schlechter Erhaltung allem Zweifel Raum.
2) Die *Caulopteris*-Arten deuten auf das Vorkommen von Farrnstücken; doch bedarf es hier wiederholter Untersuchungen.
3) *Aethophyllum Faetterlianum* ist nach de Zigno's Abbildung beurtheilt eine Form, die vielleicht einer Entwicklungsstufe von *A. stipulare* angehört.
4) *Haidingera Schaurothiana* ohne Zweifel, eine *Albertia*, bei der es nur fraglich bleibe, ob sie nicht direkt mit der *A. elliptica* zu vereinigen sei.
5) Die *Taxites*-Arten werden so lange zweifelhaft bleiben, bis es gelungen sein wird, dazugehörige Früchte aufzufinden.

Ausserdem bemerkt Schenk nach dem ihm von v. Schauroth[14]) mitgetheilten Materiale in Bezug auf eine als *Equisetum Meriani* bezeichnete Versteinerung, dass dieselbe wohl zu *Schizoneura* gehöre und bezüglich eines als *Aethophyllum speciosum* bezeichneten Fragments, dass zwar grosse Aehnlichkeit mit dieser Art bestehe, dass sie aber ebenso gut andern Ursprungs sein können; dagegen sei eine Form unter diesen Ueberresten, welche er von *Voltzia*

14) Vergleiche: Verzeichniss der Verstein. d. herz. Naturaliencabinets in Coburg 1865 S. 49. 52.

heterophylla des bunten Sandsteins nicht unterscheiden könne.

Als das Gesammtresultat seiner Untersuchung zieht der berühmte Phytopaläontologe den Schluss, dass, obwohl nur *Voltzia heterophylla* direkt mit einer Art des Buntsandsteins des rheinischen Gebiets gemeinsam sei, doch die Flora der unteren Schichten von Recoaro ganz den Eindruck der Zugehörigkeit zu der Buntsandsteinformation mache.

Auf die obere Pflanzenlage, welche ja ganz unzweifelhaft in den Schichten des alpinen Muschelkalks eingebettet ist, hier noch näher einzugehen, liegt zunächst dem Zwecke dieser Mittheilung entfernter; es sei nur beigefügt, dsss nach den Untersuchungen Schenk's nur 2 Arten bei Recoaro darin zu unterscheiden sind, nämlich:

1) *Voltzia recubariensis* = *Araucarites recubariensis* und *Ar. Massalongi* und
2) *Taxodites Saxolympiae*

Weiter ist eine Arbeit von A. v. Lasaulx[15]) hier zu erwähnen, welche sich zwar hauptsächlich auf die Eruptivgesteine des vicentinischen Gebirgs bezieht, in welcher jedoch auch ein flüchtiger Blick auf die Schichtgesteine geworfen wird. Was besonders in letzterer Beziehung hervorgehoben zu werden von Interesse ist, betrifft die krystallinischen Schiefer, welche als Glimmerschiefer aufgefasst werden mit Uebergängen in Talk-, Chlorit- und Thonschiefer, jedoch nicht in der Häufigkeit, wie dieses nach v. Schauroth's Angaben zu erwarten wäre. Das schwarze Gestein an der Fontana regia wird als anthracitische Varietät desselben Schiefers bezeichnet und im Allgemeinen dem ganzen Schiefercomplex ein metamorphischer Ursprung, wie den Gesteinen des Taunus und der Ardennen, zugeschrieben.

15) Zeitsch. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1873. S. 286.

Von den zunächst über dem krystallinischen Schiefer auftretenden Sandstein, insbesondere den Pflanzenreste-führenden Lagen in demselben nimmt v. Lasaulx an, dass deren Zugehörigkeit zum Buntsandstein ausser aller Frage gestellt sei. Im Uebrigen enthält diese Mittheilung in Bezug auf die höhern Schichtgesteine nichts Neues, nur ist auffallender Weise noch an der durch Benecke's Nachweis längst berichtigtigten Annahme v. Schauroth's festgehalten, dass die weissen Kalke und Dolomite der höchsten Bergspitzen der Jurabildung entsprechen, während sie doch zur Trias gehören.

Auf Einzelnes werden wir im Verlaufe der Darstellung bei der Erwähnung der Eruptivgesteine zurückzukommen Gelegenheit finden.

In neuerer Zeit hat sich Geh. Rath Beyrich mit der Untersuchung der vicentinischen Gebirge eingehend befasst und auch die Umgegend von Recoaro in den Kreis seiner Beobachtungen gezogen. Leider ist bis jetzt über die Resultate dieser Forschungen noch nichts veröffentlicht worden. In seiner Begleitung hat neuerlichst v. Mojsisovics die Gegend von Recoaro besucht und über die dabei gewonnenen Resultate einen kurzen Bericht[16]) erstattet. Es ist aus demselben zu entnehmen, dass v. Mojsisovics damals (1876) den Sandstein von Recoaro mit sammt dem sog. Grödener Sandstein noch der Formation des Buntsandstein zuzählt, und darüber Kalk- und Dolomitbänke erkennen zu können glaubte, welche den Bellerophonschichten ähnlich seien; dabei hält er es für möglich, dass die bei Recoaro zwischen den Werfener Schichten mit *Monotis Clarai* eingelagerten Kalk- und Dolomitmassen eine Faciesentwicklung andeuten, durch welche die Bellerophonschichten vertreten würden. Die sonst in SO. Tirol so scharf

16) Verh. der k. k. geol. Reichsanst. 1876. S. 238.

ausgeprägten Schichtenreihe der *Naticella costota* soll bei Recoaro fehlen, dagegen aber ein Glied hier besonders mächtig entwickelt sein, das aus braunen flimmernden Kalken, rothen Sandsteinen, schiefrigen Mergel und Conglomeraten bestehend[17]) dem Gestein von Val-Inferna mit den Muschelkalkcephalopoden von Dont entsprechen würde. Wie sich dazu der „Muschelkalk von Recoaro" verhalte, ist hier nicht weiter ausgeführt. Als ein darauf folgendes Glied wird der weisse erzführende Kalk des Monte Spizze angeführt und derselbe als Stellvertreter des „Mendola-Dolomits" mit Cephalopoden von Muscheltypus bezeichnet. Ueber diesem Kalke liegt eine gering mächtige Schichtengruppe, welche den Buchensteiner Schichten gleichgestellt wird. Rothe und graue Knollenkalke, gebänderte Kalkschiefer und grüne Steinmergel (sehr ähnlich der Pietra verde) bilden diese Lagen, in denen sich ein *Ammonit*, identisch oder nahe verwandt mit *A. Reitzi* gefunden hat.

Lager von Porphyrit und Melaphyr in Verbindung mit geschichteten Tuffen bilden im Vicentinischen die Stellvertreter der Wengener Schichten. Ueber dieser sei als Basis der höhern mächtigen Massen des Hauptdolomits eine Zone zerfallener z. Th. oolithisch ausgebildeter Dolomite bemerkbar, wie solche in Südtirol an der Basis der Raibler Schichten vorzukommen pflegen. Auch Gyps findet sich in diesem Niveau. In dieser Region lassen sich die Repräsentanten der Cassianer und mehr nach oben der Raibler Schichten vermuthen. Diese Anschauungen des erfahrenen Kenners der Südtiroler Sedimentgebirge ist um so wichtiger, als solche durch spätere Forschungen,

---

17) Es soll diese Schichtenreihe identitsch sein mit dem „Keuper" der lompardischen Geologen. V. Schauroth hat sicher unter „Keuper" hier nicht die rothen Schichten unter, sondern ober dem grauen Muschelkalk verstanden, wie später nachgewiesen werden wird.

soweit sich diess aus der jüngsten Publikation[18]) entnehmen lässt, keine sehr wesentlichen Aenderungen erfahren haben. Es findet sich nur die Reihenfolge des Muschelkalks hier deutlicher geordnet in der Weise angegeben, dass zu unterst die Schichten mit Muscheln, darüber die Kalke mit *Brachiopoden* und diesen eingeschaltet die Pflanzen-führenden Schiefer und noch höher Gesteine, welche mit den *Cephalopoden*-führenden Schichten von Dont, Val-Inferna und Brags lithologisch übereinstimmen, liegen.

Auch Lepsius hat in seinem neuesten Werke: „Das westliche Südtirol" 1878 vielfach auf die geologischen Verhältnisse Recoaro's Bezug genommen.

Eine erste flüchtige Profilscizze habe ich in meiner III. Mittheilung aus den Alpen gegeben, indem ich mir eingehendere Besprechung vorbehielt, die ich auf Grund der im letzten Sommer vorgenommenen Untersuchungen hier folgen lasse. Es war mir dabei von grossem Gewinn, belehrt durch ausführliche mündliche Mittheilungen Beyrichs, dessen uneigennütziger Güte ich auch Einsicht in die von ihm entworfenen Karteneinzeichnungen verdanke, und begünstigt durch vortreffliches Wetter, einige Tage in Recoaro z. Th. unter Meneguzzo's kundigen Führung der Beantwortung der Frage widmen zu können, ob die aus dem unteren Pflanzenlager von Recoaro stammenden Pflanzen mit den von mir bei Neumarkt entdeckten gleiches geologisches Niveau einnehmen.

Das Ergebniss dieser Untersuchung war für mich ein sehr befriedigendes, indem sich so wohl bezüglich der geologischen Stellung, als in Bezug auf Gesteinbeschaffenheit und Pflanzeneinschlüsse eine Übereinstimmung des sog. unteren Pflanzenlagers von Recoaro mit jenem von Neu-

18) Die Dolomitriffe in Südtirol und Venetien 1878—1879 S. 45, 47, 48; 318 u. s. w.

19) Sitzungsb. der k. bayer. Acad. d. Wiss. in München math.-physic. Cl. 1876 S. 78.

markt ergab, wie sie grösser nicht erwartet werden durfte. Ich kann daher nunmehr mit voller Sicherheit aussprechen, dass diese Pflanzen-führenden Schichten sowohl in den Gegenden, in welcher der Bellerophonkalk unmittelbar darüber entwickelt ist, als auch da, wo gelbe dolomitische Lagen den Bellerophonkalk ersetzen, vollständig übereinstimmen und identisch sind.

Dieser geologische Horizont, dessen Schichten wir der Kürze wegen alpinen unteren Voltziensandstein[20]) nennen wollen, scheint sich aber nicht bloss auf die Südalpen zu beschränken, sondern sich weiter auch über die östlichen Gebirge auszudehnen, wie die bahnbrechende Arbeit Heer's[21]) und die Schilderung Boeckh's[22]) über die Pflanzenlager bei Fünfkirchen in Ungarn beweisen, durch welche ganz dieselbe Schichtenreihe festgestellt wurde.

Was zunächst die weitere Verbreitung in den Alpen selbst anbelangt, so erregte das schon seit längerer Zeit bekannte Vorkommen von Pflanzenüberresten bei Collio, die allerdings für Formen des Rothliegenden gelten und die Angaben von Lepsius in dessen vortrefflicher Beschreibung von Judicarien, die Hoffnung, auch hier innigere Beziehungen zwischen den verschiedenen Pflanzenreste-führenden Schichten unterhalb des dort, so ausgezeichnet und typisch entwickelten Muschelkalks und der Claraischichten aufzufinden. Ein allerdings nur flüchtiger Streifzug, den ich nach dem Besuche Recoaro's durch Judicarien, im Val Caffara und del

---

20) Dieser Bezeichnung steht die des oberen Voltziensandsteins in dem ausseralpinen Röthschichten gegenüber.

21) Ueber permische Pflanzen in V. Bd. der Mitth. aus d. Jahrb. d. ungarischen geol. Anstalt. 1876.

22) Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1874 S. 116 und 1876. S. 25.

Freg bei Bagolino, im Val Trompia, bei Collio, von da über Bovegno bis zum Iseosee, durch das Val di Scalve bis Schilpario und Fiume nero, dann über den Venerocolapass ins Veltlin unternahm, um unter dem frischen Eindruck der Erfahrungen bei Recoaro die Verhältnisse in den Bergamasker Alpen in näheren Vergleich zu ziehen, ergab, wie ich in einen späteren Berichte ausführlich darlegen werde, den sicheren Beweis, dass in diesem Gebiete das Pflanzenlager[23]) in dem sog. Rothliegenden durch einen überaus mächtigen Schichtencomplex von jenen Sandsteinlagen getrennt ist, welche nach Lagerung, petrographischer Beschaffenheit und Beziehung zu den auflagernden Claraischichten dem unteren Voltziensandstein von Neumarkt und Recoaro gleich kommen.[24])

Ostwärts stellen die neuesten Untersuchungen Toula's[25]) bei welchen auf Pflanzenreste ähnlich jenen im Grödener Sandstein und auf die Aehnlichkeit gewisser Lagen bei Belogradčik im Balkangebiete mit den Schichten von Fünfkirchen in Ungarn hingewiesen wird, in Aussicht, dass dieser merkwürdige Pflanzenhorizont auch im Balkan aufgefunden

23) Leider ist die Kiste, welche die sämmtlichen von mir gesammelten Belegstücken aus dieser Gegend enthielt, auf dem Transport verloren gegangen.

24) Eine eben beendigte Untersuchung der schwarzen Kalke im Ortlergebiete hat mir das erfreuliche Resultat gegeben, dass ein versteinerungsreiches Lager, das ich genau gegenüber der II. Cantoniera, genannt Casino, am Rande der Strasse über das Wormser Joch im letzten Sommer entdeckte, unter andern jene charakteristischen Foraminiferen-Durchnitte erkennen lässt, welche die Bellerophonkalke so sehr auszeichnen. Es gehört demnach wenigstens ein Theil der schwarzen Kalke des Ortlergebiets, wie jene im Landwasserthal oberhalb Davos in der Schweiz, dem Schichtensystem des Bellerophonkalkes an und wird auch wie dieser von Gyps- und Rauhwackenbildung begleitet.

25) Sitz. d. Acad. d. Wiss. in Wien; math.-naturw. Cl. LXXV. 1877. S. 489 und 504.

werden wird. Es liegt die Vermuthung nahe, dass auch in dem wegen unmittelbarer gleichförmiger Zusammenlagerung und fast gleicher Gesteinsausbildung bisher als ein Ganzes aufgefassten Pflanzenreste- und Kupfererze-führenden Schichtencomplex des Gouvernement Perm sicher eine unseren alpinen Verhältnissen entsprechende Scheidung sich werde vornehmen lassen.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen wende ich mich nun zum Nachweis der besondern Verhältnisse, unter welchen die Pflanzen-führenden Schichten und zwar sowohl die sog. unteren d. h. die der tiefsten Sandsteinlagen, als auch die oberen in den Retzienbänken des Muschelkalkes bei Recoaro auftreten.

Hierbei müssen wir zunächst einen Blick auf die Unterlage werfen.

Die krystallinischen Schiefer bei Recoaro.

Die Ablagerungen jüngerer Sedimentgebilde bei Recoaro unterscheiden sich von jenen der Botzener Gegend dadurch, dass an der Stelle von Porphyr glimmerig glänzender grünlich grauer Schiefer als das, soviel bekannt, älteste Gestein sich verbreitet zeigt. Diese Schiefer werden fast durchweg als Glimmerschiefer bezeichnet. Meine nähern Untersuchungen haben aber gelehrt, dass dieses Gestein mit dem in den meisten älteren Gebirgen und in einem grossen Theil des Centralstockes der Alpen weit verbreiteten archäolithischen Phyllit nahe genug übereinstimmt, um diese Bezeichnung als die entsprechendere in Anwendung zu bringen.

Der allerdings in manchen Varietäten hohe Grad von Glimmerglanz, dann der Uebergang in Abänderungen, welche besonders reich sind an chloritischen Gemengtheilen und endlich das Fettige beim Anfühlen zersetzter Massen lassen

es erklärlich erschienen, in dem Gestein Glimmerschiefer mit Uebergängen in Chloritschiefer und Talkschiefer, die in typischer Entwicklung bei Recoaro nicht vorkommen, zu erblicken. Viele Lagen sind sehr quarzreich ohne aber in eigentlichen Quarzitschiefer zu verlaufen. Der Quarz ist vorherrschend in Streifen und linsenförmigen Concretionen in der Phyllitmasse eingebettet und veranlasst, wo er häufig sich einstellt, die auf dem Querbruch besonders deutlich bemerkbaren gekräuselten und zickzackförmigen Faltungen, die den Schiefer auszuzeichnen pflegt. In einzelnen kleinen Putzen und Knötchen vertheilt bewirkt er eine Ausbildung des Phyllit zu einer Art Knotenschiefer und bei gleichzeitiger putzenförmiger Ausscheidung des chloritischen Gemengtheils entstehen Fleckschiefervarietäten.

Die Phyllitnatur wird auch durch die optische und chemische Analyse bestättigt.

Betrachtet man den Schiefer in Dünnschliffen, die parallel zu den Schichtflächen genommen sind, so sieht man die unregelmässig begrenzten wechselnden Lagen der chloritischen und glimmerigen Gemengtheile mit den charakteristischen optischen Erscheinungen, welche diesen Bestandtheilen eigenthümlich sind. Besonders hervorzuheben ist, dass der weisse Glimmer-ähnliche, aber schuppige Gemengtheil sich optisch nicht genau wie weisser Glimmer verhält, indem er immer im p. L. Aggregatfarben zeigt, ausserdem ist er spröde, nicht elastisch biegsam, und bei Anfühlen fettig.

Kleine, dunkelgrüne Nädelchen, die stark dichroitisch sind, scheinen der Hornblende anzugehören. Neben diesen und den quarzigen Beimengen kommen bei starken Vergrösserungen jene merkwürdigen, kleinsten Stäbchen in grosser Menge zum Vorschein, welche zuerst Zirkel in dem Dachthonschiefer entdeckt hat und welche fast in allen Thonschiefer-artigen Gesteinen wiederzukehren pflegen. Bei

den Dünnschliffen der Knottenschiefer tritt eine andere Erscheinung hervor, die bemerkenswerth ist. Die scheinbar aus Quarz bestehenden Knötchen sind nämlich in der Mitte meist fasrigstreifig und von schöner blauer, aber fleckig vertheilter Farbe. Im polarisirten Lichte (i. p. L.) entstehen farbige Ringe um das helle Centrum. Es scheinen daher diese Knötchen aus concentrisch ausgeschiedener Quarzmasse, die um einen Disthenkern sich anlegt, zu bestehen.

Im Dünnschliff senkrecht zur Schichtfläche ziegen sich die grünen und weisslichen Mineralblättchen nicht in regelmässig aushaltenden, sondern in mit einander verflaserten, oft wellig gebogenen Lagen, wobei in den grünen Streifchen die dunklen Staubtheilchen angehäuft sind. Die erwähnten kleinen Nädelchen stehen oft schief, sonst senkrecht zu diesen Streifchen.

Die Analyse des Phyllits, welche Ass. A Schwager besorgte, ergab folgendes Resultat:

	Ia 100	Ib 16,5%	Ic 48,15%	Id 35,35%	IIa 100	IIb 16,7%	IIc 46,1%	IId 37,3%
Kieselsäure .	52,04	26,06	43,07	77,44	61,50	27,48	45,38	97,76
Thonerde .	26.66	23,03	37,39	13,98	21,98	28,08	37,39	1,81
Eisenoxyd .	2,28	13,63	—	—	2,98	11,97	2,25	—
Eisenoxydul .	6,83	16,97	6,89	1,68	3,97	15,92	2,52	0,18
Kalkerde . .	0,78	0,84	0,12	0,68	0,33	0,98	0,11	0,10
Bittererde .	2,15	7,81	1,48	0,11	1,66	0,22	1,05	Spur
Kali . . .	4,36	0,36	7,19	2,38	3,98	1,37	8,02	0,48
Natron . .	1,61	0,16	1,32	2,82	0,96	0,78	1,50	0,32
Wasser und Glühverlust	3,31	12,12	2,07	0,88	3,04	7,78	1,81	—
Summe	100,02	100,98	99,44	99,97	100,40	100,64	100,03	100,65

Die Analyse I bezieht sich auf den knotigen Phyllit bei der Königsquelle und

II auf jenen unter dem Sandstein unterhalb der Kirche St. Giuliana; ferner

a) ist jedesmal die Bauschanalyse,
b) die Analyse des in kalter Salzsäure zersetzten, chloritischen Gemengtheils (Phyllochlorit),
c) jener des durch heisse Schwefelsäure zersetzbaren Glimmer- artigen Gemengtheils (Promicit),
d) jene des Restes.

Der in Salzsäure lösliche Antheil stimmt in der Zusammensetzung ziemlich genau, soweit sich diess bei so mannigfach gemengten Gesteinen erwarten lässt, bei I mit diesem Gemengtheile im Phyllit des Fichtelgebirgs. Ein Theil des ursprünglichen Eisenoxyduls ist dabei bereits in Oxyd umgewandelt; der glimmerartige Gemengtheil I zeichnet sich bei geringem Kieselerdegehalt durch sehr grosse Menge von Thonerde, durch den Eisenoxydulgehalt und die kleine Menge Kali aus und entfernt sich dadurch sowohl vom typischen Kaliglimmer, wie vom Sericit.

Im Rest deutet die grosse Quantität der Kieselsäure auf die Anwesenheit von Quarz in grösserer Menge. Auffallend und schwer zu deuten ist der hohe Gehalt an Natron in diesem Reste, was, wenn man letzteren theilweise wenigstens auf Feldspath beziehen wollte, die Anwesenheit eines Plagioklases anzeigen würde.

In Bezug auf die Ergebnisse der Analyse des Phyllits II von St. Giuliana ist zu bemerken, dass gegen jene bei Phyllit I ein beträchtlicher Unterschied besonders in dem nach der Behandlung mit Salzsäure und Schwefelsäure übrig bleibenden Reste sich ergiebt. Dieser Rest ist entschieden quarzreicher und ärmer an einer vielleicht Feldspathartigen Beimengung, als der Rest des ersten Phyllits. Dadurch werden auch die Abweichungen bedingt, welche in der Bauschanalyse zum Vorschein kommen. Dagegen stimmen die Mischungverhältnisse des Salzsäure- und Schwefel-

säure-Auszugs beider Phyllite so gut überein, als es sich bei so wechselnd gemengten und z. Th. in sehr verschiedenem Maasse zersetzten Schiefergestein sich erwarten lässt.

Der durch Salzsäure zersetzbare Gemengtheil schliesst sich den chloritischen Beimengungen des Phyllits im Allgemeinen an, wogegen der durch Schwefelsäure zerlegbare Bestandtheil, wie bei den anderem analysirten Phyllite nahe zu die normale Zusammensetzung des Kaliglimmers aufzuweisen hat, jedoch entgegen dem Verhalten des typischen Muscovits in Schwefelsäure ziemlich leicht zersetzbar ist. Dieser weisse glimmerähnliche Gemengtheil verhält sich demnach ähnlieh zum typischen Kaliglimmer und zur Schwefelsäure, wie der chloritische Gemengtheil zum typischen Chlorit und zur Salzsäure. Wegen dieses abweichenden Verhaltens der Gewichtgemengtheile dieses Schiefers kann man denselben weder als Glimmerschiefer, noch als Chloritschiefer bezeichnen; vielmehr gehört derselbe zur grossen Gruppe der Phyllite.

Eine sehr eigenthümliche Einlagerung im Phyllit bilden die z. Th. als Anthracit, z Th. als anthracitischen Schiefer bezeichneten Gesteine, wie sie oberhalb der Königsquelle anstehend beobachtet werden können. Es sind dem Lydit zum Verwechseln ähnliche, flaserig uneben geschichtete schwarze Quarzite, die gewissen silurischen Kieselschiefern so sehr gleichen, dass man mit jedem Schlag einen *Graptolithen* in denselben zu finden hoffen könnte. Aehnliche lyditische Zwischenlagen kommen übrigens auch in ausseralpinen Phyllitgebieten z. B. in der Oberpfalz bei Waldsassen vor.

Die Phyllitschichten werden von zahlreichen Gesteinsgängen durchsetzt, welche theils aus röthlichem, Porphyr-artigen Gestein, theils aus dunkel grünlich schwarzen Masse von Augitophyr-artiger Natur bestehen.

Bezüglich der ersteren werden wir später Gelegenheit finden, da sie bis in die Stufe der weissen Kalke empor-

reichen, einige Bemerkungen beizufügen Von den letzteren heben wir in Kürze hervor, dass sie, was wenigstens die nächste Umgebung Recoaro's[26]) betrifft, trotz äusserlich verschiedenen Aussehens doch innerlich eine einheitliche natürliche Gruppe von Eruptivmaterial bilden, die ich nicht durch Zutheilung zu verschiedenen ausseralpinen Gebirgsarten aus einander reissen möchte. Lasaulx[27]) scheint alle die älteren Eruptivgesteine dieser Art dem Melaphyr zuzutheilen. Ihre weit fortgeschrittene Zersetzung und Umbildung, wie sich durch das lebhafte Aufbrausen beim Betupfen mit Säuren zu erkennen giebt und aus der Ausfüllung der Blasenräume mit Chalcaden, Kalkspath und Zeolithen gleichfalls zu entnehmen ist, erschwert, die genauere Festellung der ursprünglichen Gesteinsbeschaffenheit in hohem Grade, so dass ihre Bezeichnung immer eine etwas unsichere bleibt. Was ich bei Recoaro an dunkler, die Phyllite gangförmig durchbrechenden bis zu den Tufflagen über dem Muschelkalk reichenden Eruptivgestein gesehen und untersucht habe, schliesst sich aufs natürlichste an die Eruptivgesteine des nördlichen Gebiets von Gröden und Fassa an, die allerdings bald als Melaphyr, bald als Diabas bezeichnet werden. Lepsius nennt sie Microdiabase.

Die Gesteingänge sind hier meist nicht sehr mächtig, oft mit einem eisenschüssigen Bestege von dem Phyllit getrennt und ohne Einwirkung auf das Nebengestein, so z. B. bei den schönen Gängen unterhalb Recoaro an der Strasse nach Valdagno bei Masi, bei der Gypsgrube unfern Roviglliana, unmittelbar hinter der Königsquelle. Oberhalb Recoaro gegen Zini beobachtete ich ein sehr zersetztes Erup-

26) Den von v. Lasaulx angeführten Basalt von der Mooshütte bei Staro kenne ich nicht, da ich während der Nacht über diesen Pass gegangen bin. a. a. O. S. 297.

27) A. a. O. S. 318 und 322.

tivgestein, welches anscheinend gleichförmig zwischen Phyllitschichten eingelagert, genau genommen jedoch unter sehr spitzen Winkel die Schichten durchschneidet und nach einer Richtung hin zweimal staffelförmig an den Schichten absetzt. Das Eruptivgestein unterhalb Recoaro schliesst sich vermöge seiner reichlichen Augiteinschlüsse an die sog. Diabase des Fassathal's, besitzt jedoch einen von den typischen ausseralpinen Diabasen ganz abweichenden Typus. Die Hauptmasse ist deutlich krystallinisch zusammengesetzt aus Augit und Plagioklasnädelchen, etwas feinkörniger, als das Gestein von Fassathal, grosskörniger als das von Rovegliana. In dieser Hauptmasse liegen grössere Augitkrystalle in reichlicher Menge, einzelne Putzen und Ausscheidungen des bekannten chloritischen Gemengtheils, Magneteisen und hie und da kleine Nadeln eines stark dichroitischen grünbraunen Minerals, das der Hornblende entspricht. Blasenräume sind z. Th. mit Kalkspath, wohl auch mit Zeolith und chloritischen Massen ausgefüllt; durch Behandeln der Dünnschliffe mit Salzsäure entfärbt sich das Gestein fast ganz, indem sich die reichlich vorhandenen chloritischen Beimengungen zersetzen. In der weissen zurückbleibenden Masse treten nunmehr schwarze längliche Leistchen hervor, die dem Titaneisen anzugehören scheinen.

Etwas verschieden ist das dunkelfarbige Gestein in dem Gypsbruche bei Rovegliana. Ein inniges sehr feines Gemenge von langgestreckten Plagioklasnädelchen, mit Augitkryställchen und grünbraunen, sehr stark dichroitischen fasrigen Nädelchen in sehr grosser Menge — wohl Hornblende — enthält zugleich im Umrisse nicht deutlich begrenzte Körnchen und Staubtheilchen von Magneteisen und Blättchen des chloritischen Minerals. Grössere Augitkrystalleinschlüsse sind im Ganzen selten; ebenso vereinzelt sind grössere Hornblendeausscheidungen. Kalkspath und ein röthliches Zeolith-artiges Mineral sind sekundare Erzeugnisse.

Unter der Einwirkung von Salzsäure werden die Dünnschliffe entfärbt.

Das dunkelfarbige, an Blasenräumen reiche Eruptivgestein in der Nähe von Val di Rotolone bei la Guardia hält gleichsam die Mitte zwischen den beiden ebengenannten Varietäten des Augitophyrs. Die feinen Nädelchen der Hauptmasse scheinen fast in gleicher Menge dem Augit, wie der Hornblende anzugehören.

Ein ähnliches auf der Alpe la Rasta weit verbreitetes, von tuffigen Lagen begleitetes Gestein ist leider in weit fortgeschrittener Zersetzung begriffen. Auffallend ist der grosse Reichthum der krystallinischen Hauptmasse an feinen Plagioklasnädelchen, denen gegenüber augitische und stark dichroitische hornblendige Kryställchen sehr untergeordnet sind. Magneteisen und in sehr zahlreichen Flocken ausgeschiedene, chloritische Mineraltheilchen, die sich leicht in Salzsäure lösen, geben dem Gestein die dunkle Färbung. Auch Glimmerblättchen scheinen vereinzelt vorzukommen. Im Durchschnitte polyëdrische helle Ausscheidungen erinnern durch die zonalen Einlagerungen feinen Staubes an Leucit. Doch ist die Substanz doppelt brechend.

Die unteren Sandstein- und Conglomerat-Schichten mit dem unteren Pflanzenlager.

Wie zahlreiche Aufschlüsse namentlich in Val del Prack, im Prechelegraben oberhalb der Quellen, in Val di Gattara (?), zwischen Caneva sopra und Rovegliana, oberhalb Valli an der Strasse nach Reveredo lehren, wird der Phyllit unmittelbar vom rothem sandigem Schieferthon mit kleinen gelben Knöllchen und rothen Sandsteinbänken vom Aussehen des ausseralpinen Buntsandsteins bedeckt, ohne dass sich eine Conglomeratbank oder eine dem sog. Verrucano ähnliche Gesteinslage entwickelt zeigt. Nur in den

wilden Gräben am NO. Abhange des Hügels, auf dem die Kirche St. Giuliana steht, fand ich eine 0,3 m. mächtige Conglomeratlage über dem auch dort gut aufgeschlossenen Phyllit. Einzelne Rollstücke weissen Quarzes sieht man da und dort in dem rothen Sandstein eingebettet. Diese untere Gesteinsreihe mag bei Fonte 5—8 m. mächtig sein.

In dieser Höhe über der Phyllitgrenze stellen sich im Val del Prack mehrere Bänke weissen Sandsteins in gleichförmiger Lagerung überden tieferen rothen ein, welcher ganz die Beschaffenheit des Neumarkter Gesteins besitzt und wie dieses Kohlenputzen und undeutliche Pflanzenreste, verkieselte Stammstücke und anthracitische faserige Holztheile umschliesst. In Drüsenräumen sind Krystalle von Quarz und Dolomitspath abgesetzt und auf den Kluftflächen, wie schon Benecke erwähnt, in reichlicher Menge Malachit und Lasur angeflogen.

In den oberen feineren, und wohl auch schiefrigen Lagen kommen nun alle die zahlreichen Pflanzenversteinerungen vor, welche de Zigno von dieser Fundstelle aus dem sog. untern Sandstein anführt. Es sind fast Species für Species ganz dieselben Pflanzenarten, wie sie bei Neumarkt von mir aufgefunden wurden.

In dem Hauptgraben oberhalb der Quellen sind zwei Steinbrüche angelegt, der untere in den rothen, der obere in den weissen Sandsteinbänken. Die dazwischen liegenden grauen thonigen schiefrigen Sandsteinlagen sind als Abraum in grosser Menge über die Steinbruchhalde gestürzt. Hier sind Pflanzenreste häufig. Indem man im oberen Bruche über die verschiedenen Bänke aufsteigt, gewahrt man zu unterst intensiv rothen Schieferthon mit dünnen Bänken von eingebettetem Sandstein und Dolomit 5—6 m. mächtig; höher folgt 3—5 m. mächtig grauer, dünnschiefriger Schieferthon mit oft Steinmergel-artig

harten z. Th. dolomitischen, gelbverwitterten Zwischenbänken, dann eine oberste Lage grauen Lettenschiefers mit ziemlich gut erhaltenen, aber fast immer nur vereinzelt liegenden Blättchen von *Ullmannien*, wie in der grauen Lettenschieferlage bei Neumarkt. Eine Bank weissen Sandsteins erfüllt von Pflanzenresten bildet die oberste Schicht des Steinbruchs, in welchem zugleich auch ein sehr zersetztes Porphyr-artiges Eruptivgestein aufgeschlossen ist. Die Ganzmasse des letzteren dringt in mächtigem Stamme quer durch die Schichten empor, bildet eine kopfförmige Erweiterung und zieht sich alsdann auf eine schwache Ader zusammen, die in den Sandsteinbänken ausläuft und plötzlich endet.

Ueber die letzte Sandsteinbank aufsteigend stehen wir auf der Westseite des Thälchens an einem schmalen, scharfen Bergrücken, der sich ununterbrochen bis zu einem einzelnen Wohnhaus unter La Rasta emporzieht und in fast ununterbrochenen Entblössungen Schicht für Schicht die sich hier aufeinander lagernden Bänke zu beobachten gestattet.

Zunächst über dem weissen Sandstein und einer gelben mergeligen Lage folgt eine Bank grauen, weisslichen, durch Zersetzung meist gelblichen, feinkörnigen Dolomits oder Kalks mit zahlreichen kleinen Poren und Stengel-ähnlichen, vertikalen Höhlungen, wie solche bei Trient in gleicher Gesteinslage vorkommen. Mir scheint es nicht zweifelhaft, dass diese dolomitische Gesteinslage als Stellvertreter der Bellerophonschichten anzusehen sei. Denn es folgen sofort über derselben die grauen und gelblichen geschieferten Mergelplatten mit *Posidonomya Clarai*, wie bei Neumarkt und in der Pufler Schlucht. Wir überschreiten nun auf dem Grath aufwärtssteigend die ganze Reihe der z. Th. gelben oder grauen, z. Th. rothen meist dünngeschichteten Gesteine mit denselben organischen Einschlüssen, wie sie in anderen Gegenden aus der Seisser und

Campiler Schichte bekannt sind; man glaubt sich ganz in die Gegend von Botzen versetzt. Auch die Bank feinkörnigen, z. Th. oolithischen gelb und röthlichen Dolomits, erfüllt mit *Holopella gracilior*, fehlt hier nicht. Weiter aufwärts werden die Schichten sandiger, nehmen eine vorherrschend rothe Farbe an und schliessen luckige Rauhwackbänkchen in Zwischenlagen ein, bis sich in der Nähe des bereits erwähnten Hauses unter La Rasta ein mächtiges System grauer Gypsmergel einstellt.

In den festeren kalkigen Bänken sind zahlreiche Muschelkalkversteinerungen zu finden: *Myophoria cardissoides, M. laevigata*, *Modiola triquetra*, *Gervillia socialis*, *Natica gregaria* u. s. w. Auf dem weichen Mergelgestein breitet sich hier ein Streifen von Wiesen aus.

An Vollständigkeit des Aufschlusses kann in der ganzen Umgegend von Recoaro nur das Profil an der Kirche St. Giuliana längs des schmalen Rückens aufwärts gegen Val Saraggere, bei der Alphütte Pogheraste und auf dem gegen Staro verlaufenden Grath mit dem oben beschriebenen in Concurrenz treten. Auf der Nordseite des Hügels, auf dem die Kirche steht, entblössen wild zerrissene steile Gräben die rothen Sandsteinschichten mit einer Conglomeratbank, wie schon erwähnt, unmittelbar über dem Phyllit. Höher ziehen Lagen des weissen Sandsteins durch, auf welchen ein kleiner Steinbruch angelegt ist. In einem etwa 10 m. über diesem weissen Sandstein durchstreichenden, 1—1½ m. mächtigen, thonigen, glimmerreichen Sandsteinschiefer stellt sich ein wahres Haufwerk von Pflanzenresten in meist vereinzelten Blättchen und kleinen Zweigen ein, genau so, als wären diese Pflanzenfragmente beigeschwemmt und an einer ausser der Fluth liegenden ruhigen Stelle mit Schlamm vermengt abgesetzt worden. Einzelne Lagen sind so reich an verkohlten Pflanzentheilen, dass sie entzündet eine zeitlang fortbrennen. Aus den in Wasser gelegten Stücken des Schiefers lassen

sich leicht die einzelnen Blättchen isoliren. Nach Schimper's Bestimmung ist auch hier *Voltzia hungarca* Heer die häufigste Pflanze. Dazu kommen, *Ullmannien* und zahlreiche Früchtchen neben vielen, nicht näher bestimmten Blattresten.

Diese Sandsteinlagen streichen etwas N. von der Kirche über den Rücken; eine kleine Verwerfung stellt sich daneben ein und etwa 10 m. höher geht eine weitere Bank weissen Sandsteins, wie im Prechelegraben, zu Tag, welche nach oben von einem weisslichen und graulichen dichten Dolomit — dem Stellvertreter des Bellerophonkalks — bedeckt wird. Sofort im Hangenden dieser Dolomitbank zeigen sich grauliche dolomitische Mergelschichten voll von *Posidonomya Clarai* und mit jenen glauconitischen grünen Streifchen und Flecken erfüllt, wie solche z. B. oberhalb Kaldern in dem sog. Seisserschichten so charakteristisch auftreten. Längs des Rückens aufwärts folgt nun die ganze weitere Gesteinsreihe bis zu der auch hier durchziehenden Holopellabank vorherrschend graulich und gelblich, über derselben dagegen durchgängig röthlich gefärbt. In der Nähe der Alpe Poghe raste liegen wiederum die Gypsmergel mit zelliger Rauhwacke darüber ausgebreitet und werden von knolligknotigen mergeligen Kalkschichten bedeckt, welche zahlreiche stengelartige Wülste umschliessen, genau so, wie man sie ausserhalb der Alpen im unteren Wellenkalk beobachtet. Höher am Gehänge streichen auch hier die Hornstein-reichen Brachiopodenkalke des Muschelkalkes zu Tag aus.

Muschelkalkschichten.

Bezüglich der den Muschelkalk zugezählten Gesteinsbildungen kann ich mich hier um so kürzer fassen, als die besonderen Verhältnisse, unter denen der Muschelkalk bei

Recoaro auftritt, von Benecke vollkommen klar gestellt worden sind. Ich habe diese Schichten an zahlreichen Orten gesehen, wie auf La Rasta, in dem grosse Kahr Sasso Limpia, an dem Gehänge unterhalb Mt. Spizze, im Val di Rotolone, bei Rovegliana, in dem grossen Gypsbruch des Sign. Marzotto bei Rovegliana bereits auf der NO. Abdachung des Bergrückens, dann in einem Seitengraben daselbst, ferner in der Nähe des Passo alla Commenda (?) und oberhalb Caneva sopro. Die Schichtenfolge scheint hier überall dieselbe zu sein. Am vollständigsten beobachtete ich sie am Gypsbruche des S. Marzotto, die ich desshalb hier kurz mittheilen will.

Nahe am Gebirgsgrath stehen gelbe Dolomite und grauliche Mergel ohne Versteinerungen an, welche die Decke der eigentlichen Brachiopodenbank ausmachen. Darunter folgen nun der Reihe nach:

1) 5 m. mächtig durch Mergelzwischenlage in zwei Bänke getrennt der Hornstein-führende graue Retzienkalk mit den bekannten Einschlüssen des sog. Muschelkalks von Recoaro.
2) 3 m. mächtig grauen Mergel.
3) 5 m. mächtig feste Bänke grauen Kalks mit *Spondylus comptus*, *Ostrea ostracina*, *Pecten discites*, *Pecten laevigatus*, *Gervillia socialis*, *Avicula Bronni*, *Myophoria vulgaris*.
4) 3 m. mächtig klotzig grauen Mergel, nach unten intensiv roth und buntgefärbt.
5) 5 m. mächtige dünnplattige, mergelige grünlichgraue Kalke mit *Encrinus gracilis* (meist auf den Schichtflächen ausgearbeitet).
6) 25 m. mächtige Gypsmergel und Gyps.

Die Unterlage bilden zellige Dolomite und dolomitische Mergel. Bemerkenswerth ist das erneute Auftauchen rother und buntgefärbter Mergel unterhalb des Retzienkalks. Eine

analoge Erscheinung kenne ich auch bei den Gypsmergeln des mittleren Muschelkalkes in der Bliesgegend, welche früher Veranlassung gab, diese Gypslagen irrthümlich dem Röth zuzurechnen.

Die wichtigste Pflanzenfundstelle liegt ganz in der Nähe dieses grossen Gypsaufschlusses an dem Fusssteig von da nach dem Passo alla Commenda in einem wilden Graben. Ich sah an dieser Stelle oben

1) gelben Dolomit,
2) grau- und gelbgestreiften Kalk,
3) die obere Bank des bekannten Brachiopodenkalks mit Hornstein,
4) dichten, sandigen Mergelkalk mit dem Hautlager der *Voltsia recubariensis*,
5) eine zweite untere Bank des Brachiopoden-führenden Kalks,
6) vorherrschend graue, etwas röthliche und bunte Mergel und Schieferthone.

Es war mir sehr daran gelegen, in dem das Hauptpflanzenlager begleitenden weichen Mergel, der bisher wenig beachtet worden zu sein scheint, noch weitere Pflanzenreste zu entdecken, welche die *Voltsia recubariensis* begleiten. Es glückte mir in der That hier Einschlüsse aufzufinden, die Prof. Schimper als *Voltsia heterophylla* var. *squarrosa* bestimmt hat. Noch etwas höher am Gehänge nahe am Passübergange stehen Bänke des Brachiopodenkalks zu Tag an und hier fand ich *Retsia recubariensis* in demselben Gesteinsstück mit *Retsia trigonella* zusammen.

Nicht weniger interessant ist der grosse Aufschluss im Val di Rotolone. Von Recoaro thalaufwärts begleitet uns eine weite Strecke der Phyllit. In abgerissenen Parthieen begegnen wir auch hier dem rothen Sandstein. Da wo der Weg von Veregarte nach la Guardia durch die Thalsohle geht, stehen noch graue Clarai-Schichten an.

Die geringe Menge von Wasser, die der Bach führte, gestattete von da an in die Bachsohle selbst bis zu dem Gypslager allerdings unter grossen Anstrengungen vorzudringen. Die Schichten sind genau dieselben wie näher bei Recoaro, nur gegen oben erhebt sich über den intensiv rothen sandigen Schieferlagen eine hohe mächtige Bank gelben Steinmergel-ähnlichen Dolomits, wie er in der Gegend von Trient und Botzen fast überall den rothen Campilen-Schichten aufzuruhen pflegt. Unmittelbar darüber beginnt das hier ungemein mächtige System der Gypsmergel erfüllt von Putzen, Linsen, Schnüren und Adern von Gyps. Plattige Kalke mit den stengelähnlichen Wülsten des deutschen Wellenkalks und mit *Encrinus gracilis* schliessen auch hier die Gypsschichten nach Oben ab, welche durch 2 Verwerfungsspalten dreifach treppenförmig absetzen. Der Brachiopodenkalk konnte nicht anstehend beobachtet werden. Doch liegen zahlreiche Blöcke desselben herabgebrochen auf dem Gypsmergel. Die Hornsteineinschlüsse sind hier eigenthümlich zerfressen und porös. Bei la Guardia setzen Gänge eines Eruptivgesteins, wie bei Rovegliana, bis in die Muschelkalkschichten hindurch.

Schichten zwischen dem Brachiopodenkalk und dem weissen Kalk des Mt. Spizze.

Am wenigsten klar gelegt und wohl auch am schwierigsten zu untersuchen ist bei Recoaro die Schichtenreihe über dem gelben Dolomitdach des Brachiopodenkalks. Unter dem gegen Recoaro weit vorspringenden Eck des Mt. Spizze, dessen Steilwand bereits aus weissem Kalk besteht, sieht man schon aus der Ferne grellroth- und gelbgefärbte mächtige Schichten unter den Kalk einschiessen und in grossen Schutthalden das Gehänge überdecken, das vom Mt. Spizze gegen Sasso di Limpia abfällt. Diese Schichten sind es, welche die ältern Forscher mit dem Keuper ver-

glichen haben. Die Untersuchung dieser Schichten schien mir wichtig genug, um den ungemein mühsamen Versuch zu machen, an dem Steilgehänge bis zur Felswand des weissen Kalks emporzuklettern. Ich fand nahe oberhalb des durch Zusammenbruch entstandenen grossen Kahres von Sasso di Limpia am Fusse des Gehänges die unzweifelhaft anstehende Brachiopodenbank des Muschelkalks und nach einer Unterbrechung von nur geringer Höhe, welche durch Ueberrollung verdeckt ist, in gleichförmiger Lagerung darüber bis hoch oben zur Kalkwand des Mt. Spizze rothes und gelbes eisenschüssiges und dolomitisches Gestein, sandige und tuffige Lagen von ähnlicher Färbung und ächte Tuffmassen. Verfolgt man das Fortstreichende in der Richtung zur Alpe La Rasta, so kann man an der Kante der Weidefläche, die geradeauf zum Mt. Spizze sich empor zieht, sehr bequem dieselben Schichtenreihen wieder finden, nur sind hier die Lagen sehr häufig und bereits fast vorherrschend tuffig. Dünngeschichtete Platten mit Hornsteineinschlüssen erinnern an die Buchensteiner Kalke. Schwarzes Augitgestein und thonige Porphyre liegen in so zahlreichen Brocken über die Gehänge ausgestreut, dass man diese Felsarten wohl als in der Nähe anstehend annehmen darf. Das zeigt sich in der That als richtig, weil man emporsteigend oben auf der Schneid des Gebirgsrückens, der im Mt. Spizzo ausläuft und bereits aus weissem Kalk besteht, das Ausgehende solcher Eruptivganggesteine beobachten kann. Hier sieht man ein Porphyr-artiges, ganz zersetztes Gestein deutlich gangartig in den Kalk eindringen, genau so, wie man es sehr schön und bequem an der Strasse oberhalb des Dorfes Val Arsa gegen die italienische Grenze zu in zahlreichen Strassenanschnitten direkt beobachten kann. Es sind diess die Massen, welche oft zu einer Art Porzellanthon verwittert, in gangartig angelegten Gräbereien abgebaut werden. Ueber die Natur des Spizze-Kalkes später.

Sehr schwierig ist die Schichtenfolge von dem bereits früher genannten einzelstehenden Hause an dem Wege von Recoaro zu La Rasta, wo wir bereits die Brachiopoden- und Hornstein-reichen Muschelkalkbänke kennen gelernt haben, aufwärts zur Alpfläche im Einzelnen nachzuweisen. Doch gelang es den Aufbau mit nur wenigen Unterbrechungen trotz des hier beginnenden massenweisen Auftretens von Eruptivgestein in den Seitenschluchten kennen zu lernen. Es folgen hier über dem gelben dolomitischen Dachgestein des Brachiopodenkalks zunächst graulich weisse, dünn geschichtete, plattige Mergel und Schiefer, die um so mehr den Wengener Halobien-Schichten sich vergleichen lassen, als neben denselben ganz charakteristische Pietra verde vorkommt. Graue, tuffig-sandige Lagen setzen die Schichten nach oben fort und werden von Porphyrartigem, oft in lockeren Thon verändertem Gestein durchsetzt. Hier ist es auch, wo in der Nähe eines seitlichen Wasserrisses der schon genannte Pechstein in sehr veränderlichen Formen zu Tage tritt. Daneben zeigen sich intensiv rothe, wohlgeschichtete Hornstein-führende Lagen und viele rothe, graue und grünliche sandig tuffige Schichten bis zu dem von einem Haufwerke weissen Kalks überstürzten Felsenhang, welcher sich westwärts zu dem steilen, mit einem hohen Kreuze geschmückten Felsriff blendend weissen Kalkes der Alphütte La Rasta emporzieht, während ostwärts die Tufflagen und Eruptivmassen ununterbrochen bis zur Alpweidfläche bei Chempelle und weiter über Casare, C. Stue, Anghebe Creme und Glerchebe bis zur Dolomit- und Kalkwand des M. Laste und Gramnullon sich ausbreiten. Es scheint mir nicht zweifelhaft, dass das ganze eben erwähnte grosse Kalkriff an der Alphütte La Rasta, dessen weisser Evinospongien-reicher Kalk mit dem des Mt. Spizze völlig übereinstimmt, nicht auf ursprünglicher Lagerstätte sich befindet, sondern in einer früherer, höherer Lage unter-

waschen jetzt herabgebrochen über relativ viel tieferen Schichten liegt, als ihm seiner normalen Stellung nach zukommt. Dieser Kalk gehört in die Höhe und in das Niveau des Mt. Spizze-Kalks. Die Tufflagen der La Rasta dagegen entsprechen den tieferen Schichten, die oben am Steilgehänge unter dem Mt. Spizze erwähnt wurden; sie sind eine vorherrschend tuffige Facies derselben und gleichen nach Gesteinsbeschaffenheit und Lage den Tufflagen der Seisser Alp und bei St. Cassian. Die hier mit einbrechenden Eruptivgesteine[28]) sind theils ähnliche grüne Augitophyre, wie im Norden, theils aber sehr eigenthümliche ächte Porphyre. Alle tragen den Charakter tief greifendster Zersetzung an sich und gestatten kaum mehr einen richtigen Einblick in die Natur ihrer ursprünglichen Zusammensetzung.

Was zunächst den schwarzen bereits von Lasaulx ausführlich beschriebenen Pechsteinporphyr[29]) anbelangt, so fand ich eine eigenthümliche, an Perlstein erinnernde Varietät, welche ich im Vergleiche zu der von H. v. Lasaulx angeführten näher untersucht habe. In Dünnschliffen zeigt sich, dass die Hauptmassen aus einem grau bis röthlich braunen Glas mit ausgezeichneten Fluidalstreifchen besteht. In dieser Grundmasse liegen wasserhelle, rissige, längliche Krystalle, die i. p. L. als Plagioklas sich erwiesen, dann grünlich braune dunkle Krystalle von Hornblende (fasrig und stark dichroitisch), wenige Quarzkörnchen und Magneteisenstaubtheile. Das von v. Lasaulx mit Diallag verglichene Mineral ist auf den zahlreich an dasselbe durch-

28) Diese Gesteine sind ausführlich petrographisch von Prof. Lasaulx in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. Bd. XXV. S. 286 und ffd. beschrieben.

29) A. a. O. S. 333. Dass ich bei meiner Beschreibung des Pechsteinporphyrs von Cartelruth dieser Arbeit, die mir entgangen war, nicht gedacht habe, möchte ich bei dieser Gelegenheit als ein Uebersehen entschuldigen.

ziehenden Rissen von einer braunen Ausscheidung — wahrscheinlich Eisenoxydhydrat verunreinigt, so dass eine Partialanalyse kein Anhalten zu seiner näheren Bestimmung ergab. Daneben sind zahlreiche Blättchen intensiv dunkelfärbigen Magnesiaglimmers eingestreut. Sehr merkwürdig sind die zahlreichen eingeschlossenen Stückchen eines fein krystallinischen Gesteins, welches dem mit vorkommenden Augitophyr zu entsprechen scheint. Die Analyse, welche Hr. Assistent Schwager vornahm, ergab:
Geperlter Pechsteinporphyr von La Rasta:

	Bauschanalyse	Partialanalysen		
	A	B	C	D
Kieselerde	62,32	47,74	68,15	67,39
Thonerde	16,62	19,54	15,68	14,62
Eisenoxyd	1,51	8,42	2,28	2,37
Eisenoxydul	2,06	—	—	—
Manganoxydul	0,09	—	—	—
Kalkerde	4,62	9,39	2,91	2,54
Bittererde	2,30	3,28	1,98	0,87
Kali	1,70	3,01	1,24	2,79
Natron	3,54	2,40	3,98	4,37
Wasser und Kohlensäure	4,72	6,09	4,25	5,29
	99,48	99,82	100,47	100,24

A. Die Zusammensetzung im Ganzen stimmt im Wesentlichen überein mit der von Lasaulx gelieferten Analyse des gewöhnlichen Pechsteinporphyrs von La Rasta.

B. Ein in Salzsäure zersetzbarer Antheil beträgt 27,28% und scheint neben etwas Kalk dem durch Zersetzung entstandenen chloritischen glimmerigen und einem Theil des zersetzbaren Plagiolkases zu entsprechen.

C. Der in Salzsäure nicht zersetzbare Antheil.

D. Die mit grosser Sorgfalt ausgewählte Glasmasse, welche

im Wesentlichen mit dem in Säuren unzersetzten Antheil übereinstimmt.

Im Ganzen ist die Zusammensetzung ziemlich abweichend von jener des Pechsteinporphyrs[30]) von Caselruth, der bedeutend ärmer an Kieselsäure und reicher an Natron ist, was die Anwesenheit von Plagioklas erklärlich macht.

Die begleitenden grünen Augitophyr-artigen Gesteine bieten grosse Verschiedenheiten dar. Sehr verbreitet sind, wie bereits früher schon erwähnt wurde, ziemlich feinkörnige Abänderungen, die im Dünnschliffe sich als aussergewöhnlich reich an meist stark zersetztem Plagioklas und arm an augitischen Beimengungen erweisen. Die fein krystallinische Hauptmasse kommt jener des Gesteins der Gypslagen von Rovegliana und Val di Rotolone nahezu gleich. Kleinste, stark dichroitische Schüppchen und Nädelchen dürften braunem Glimmer angehören, obwohl derselbe in so fein vertheilter Form sonst nicht aufzutreten pflegt. Es scheint dadurch ein Uebergang in Porphyrit angedeutet zu werden. Chloritische Beimengungen sind sehr häufig in schmalen unregelmässigen Putzen und Streifchen vorhanden; sie werden durch Salzsäure leicht zersetzt. Auch Magneteisen fehlt nicht. Durch weit vorgeschrittene Zersetzung gehen derartige Gesteine in einen gelblichen oder röthlichen mehr oder weniger unreinen Thon über, der stellenweise gegraben wird.

Sehr merkwürdig ist die Reihe der Eruptivgesteine von Porphyr-artiger Beschaffenheit, welche in diesen Schichten sich bereits breit machen, bis in den weissen Kalk hinein ragen und mehr und weniger zersetzt in hellen gelblichen, oft schön weissen Thonstein oder Porcellanthon übergehen. Solche zersetzte Massen werden in zahlreichen

---

30) Sitz. d. Acad. d. Wiss. in München; math-phys. Cl. 1876. 3. S. 282.

Stellen gegraben, um geschlämmt als Material für Herstellung von Porzellanwaaren benützt zu werden.

Es wurden zwei dieser Thonstein-artigen in Gruben gewonnenen Massen analysirt (Ass. Schwager) und zwar

I eine weisse aus dem Gange im Kalk des Mt. Spizze

II eine etwas röthliche aus einem Gange im Tuff am Fusse des Mt. Spizze.

	Ia	Ib 56,68%	Ib 43,32%	IIa	IIb 46%	IIc 54%
Kieselerde	64,16	43,67	90,99	70,44	45,47	91,09
Thonerde	21,38	34,75	5,01	16,28	30,65	4,03
Eisenoxyd	2,90	4,67		4,22	8,56	0,51
Kalkerde	0,66	0,63	0,58	0,31	0,39	0,22
Bittererde	0,28	0,24	0,34	0,28	0,30	0,25
Kali	2,12	1,09	3,62	2,32	1,78	2,78
Natron	0,46	0,66	0,00	0,82	1,21	0,48
Wasser	8,52	15,03	0,19	5,32	11,46	0,40
Summe	100,48	100,74	100,69	99,99	99,92	99,76

In dieser Analyse bedeutet:

a) die Bauschanalyse, b) die Analyse des durch Schwefelsäure zersetzbaren Theils und c) die des dabei bleibenden Restes.

Der durch Schwefelsäure zerlegte Antheil gehört einem Thon an, bei welchem etwas Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt ist und der bleibende Rest besteht aus Quarz mit einer geringen Menge von mehr oder weniger unzersetztem Orthoklas und Glimmer.

Prof. v. Lasaulx[31]) hat diese Gesteine, wie sie in grossartiger Entwicklung auch bei Fongara zu Tage traten, als Porphyre bezeichnet und genau beschrieben. Meine Unter-

31) A. a. O. S. 327 u. ffd.

suchung stimmt mit dieser Bezeichnung vollständig überein. In Dünnschliffen zeigt die Grundmasse dem äusseren Aussehen nach eine mit anderen Porphyren übereinstimmende Beschaffenheit, nur dass sie stark zersetzt sich darstellt. In der Anordnung der röthlichen Staubtheilchen glaubt man sogar bisweilen eine Art Fluidalstreifung zu sehen. I. p. L. zertheilt sich diese Grundmasse in unendlich viele kleine unregelmässige Feldchen, welche durch verschiedene Farben sich von einander unterscheiden. Dazwischen liegt eine amorphe quarzige Substanz oder trübe Thonmasse. Die zahlreich eingestreuten Feldspathkrystalle sind kaum durchscheinend, ihre Masse ist meist vollständig in Thon umgebildet und i. p. L. ohne Farbenerscheinungen. Hier und da sind Theilchen weniger zersetzt, und diese geben i. p. L. nur die Farbenerscheinungen der Orthoklase. Glimmer ist häufig eingemengt; auch Quarz fehlt wohl nur in sehr seltenen Fällen gänzlich; dagegen konnte ich keine Hornblende beobachten. Es lässt sich daher das Gestein nicht als Porphyrit bezeichnen. Auch aus Val Fredda habe ich das gleiche Gestein untersucht; die Grundmasse zeigt hier durch die Lage eingestreuter feiner Staubtheilchen deutlicher eine Art Fluidalstreifung.

Der Kalk und Dolomit des Monte Spizze.

Das Gestein der höchsten Felskuppe des Mt. Spizze ist kalkig, z. Th. dolomitisch, lichtweiss, wohlgeschichtet und lagerweise erfüllt von kleinen Ausscheidungen porösen Hornsteins. Auch finden sich grade nicht selten kleine *Gasteropoden*, *Crinoideen* und *Gyroporellen*, welche, so weit diess der schlechte Erhaltungszustand zu beurtheilen gestattet, der Species *multiserialis* angehören. Sehr ausgezeichnet stellt sich jene grossoolithische oder wulstige Struktur ein, die man als Evinospongienstructur zu bezeichnen pflegt, und als sehr charakteristisch für die Gesteine der

Stufe des Wettersteinkalks oder Schlerndolomits annimmt. Nur in den tiefsten Lagen ist der Kalk röthlich gefärbt. Zahlreiche Mineralgänge, welche meist Bleiglanz und Schwerspath führen, durchsetzen den Kalk und gaben früher zu einem lebhaft betriebenen Bergbau Veranlassung. Das Gesammtverhalten des Spizzekalks stimmt mithin so vortrefflich mit der Stufe des Wetterkalks und Schlerndolomits, dass ich kein Bedenken trage, denselben damit in Parallele zu stellen.[32]) Es ist bereits erwähnt, dass auch das Kalkriff der La Rasta als ein herabgebrochener Bergtheil desselben Kalkes anzusehen ist.

Dasselbe Gestein setzt auch in den benachbarten Kalkbergen, deren unteren Aufbau bildend, fort und wird höher vom Hauptdolomit, der die höchsten Spitzen der Kalklage ausmacht, überlagert. Eine tuffige Zwischenlage zwischen beiden ist nicht überall wahrzunehmen, doch scheint sie stellenweise vorhanden zu sein.

---

32) Dieser Kalk wird noch neuerlichst von Hrn. Mojsisovics (D. Dolomitriffe etc. S. 48) für einen Stellvertreter des Mendoladolomit erklärt. Diese Ansicht ist nicht weiter begründet. Sie stützt sich vielleicht auf die Beobachtung der Felsrippe des weissen Kalks der La Rasta, die allerdings nahe oberhalb des Brachiopodenkalks liegt, aber wie ich nachzuweisen versucht habe, nur in verstürzter, sekundärer Lage sich befindet. Obwohl hier nicht der Ort ist, auf den reichen Inhalt dieses erwähnten aussergewöhnlichen Werkes einzugehen, glaube ich doch hier Gelegenheit nehmen zu müssen, die unfreundliche und ungerechte Anklage, welche der Verfasser (S. 41) gewissen deutschen Geologen, die auch in den Alpen mitarbeiten, in's Gesicht schleudert, dass sie nämlich die Bezeichnung „Keuper" in die alpine Nomenklatur einzuchmuggeln suchen, zurückweisen zu müssen. Wir dürfen die Beurtheilung hierüber getrost dem internationalen Areopag der Fachgenossen überlassen. Auch weiss alle Welt, dass diese Männer in der selbstlosesten Weise in den Alpen thätig waren und sind, um die Wissenschaft zu fördern, nicht um Handel mit ihr und am wenigsten das unehrliche Geschäft des Schmuggels treiben zu wollen.

Die Pflanzenreste der unteren Sandsteinschichten.

An drei Stellen habe ich bei Recoaro in den tiefsten Sandsteinschichten Pflanzeneinschlüsse gesammelt, nämlich einmal im Val del Prack, an der alten Fundstelle Massalongo's, dann oberhalb der Königsquelle und unterhalb der Kirche St. Giuliana. Alle diese Lagen stimmen auf's genaueste mit einander überein. Es ist schon hervorgehoben worden, dass auch die Pflanzen-führenden Schichten bei Neumarkt, Tramin, Montan und bei Botzen sowohl was die Lagerung anbelangt, als auch in wahrhaft überraschender Weise in Bezug auf Gesteinsbeschaffenheit und den eigenthümlichen Erhaltungszustand an Pflanzeneinschlüssen, sowie auf die besondere Art des Einschlusses sei es in dem weissen Sandstein oder in dem grauen Schieferthon, mit jener bei Recoaro bis zum Verwechseln gleich kommen. Hier, wie dort sind die Pflanzenreste nicht vollständig verkohlt, sondern theilweise noch in ihrer inneren Struktur so wohl erhalten, dass, wenn man sie, was leicht gelingt, aus dem Gesteins ablöst und mit einem Gemisch von chlorsaurem Kali und Salpetersäure einige Tage in der Kälte behandelt, sich mikroscopische Präparaten aus ihnen herstellen lassen. Ich habe zahlreiche Präparate dieser Art benützt um eine Menge von ausserdem nicht unterscheidbaren Pflanzenfragmenten aufzufinden, die sich zwar nicht wohl als Species bezeichnen, aber doch als etwas Verschiedenes erkennen lassen. Auch dürften derartige Präparate wohl mit dazu benützt werden können, um die unterschiedenen Arten weiter zu begründen und sie vielleicht mit grösserer Sicherheit lebenden Formen zu vergleichen. Ich werde im Folgenden den Versuch wagen, hier und da auf solche Präparate zurückzukommen.

Prof. Schimper in Strassburg hatte die besondere Güte, alle irgend bemerkenswerthen Stücke von allen Fundorten zu untersuchen und die Pflanzenreste zu bestimmen. Meinen Dank, den ich hier für die mühsame Unterstützung des besten Kenners des Triasflora auszusprechen mich verpflichtet fühle, ist um so grösser, als der sehr geehrte College mir auch gestattete, von seinen Bestimmungen hier freien Gebrauch zu machen. Ich selbst habe nur einige wenige Bemerkungen weiter zu diesen Bestimmungen hinzuzufügen, zu welchen das reichliche Material einer letzten Aufsammlung Gelegenheit geboten hat.

Um eine Uebersicht über die bisher in den Südalpen im sog. untern Voltziensandstein aufgefundenen Pflanzenreste zu gewinnen, sind in dem nachfolgenden Verzeichniss neben den schon genannten Fundstellen bei Recoaro — Val del Prack, Thal oberhalb der Königsquelle und Kirche St. Giuliana (jedoch nur mit der Berücksichtigung der von mir selbst aufgefundenen Ueberreste) — auch die wichtigen Orte bei Neumarkt nämlich:

1) an der Strasse nach dem Dorfe Mazzon,
2) unterhalb des Dorfes Mortan,
3) oberhalb des Dorfes Tramin

noch einige Fundorte bei Botzen und Trient nämlich:

4) im Graben oberhalb Missian unter dem Mendelwand,
5) an den alten Versuchsstellen nach Steinkohlen bei Lavis und
6) im Aferthal bei Vilbrös unterhalb des hier durchziehenden Bellerophonkalks,
7) Pass unter Solschedia bei St. Ulrich beigezogen worden.

Als Hauptergebniss der sämmtlichen Erfunde hat Prof. Schimper die Intentität der Pflanzen dieser sämmtlichen Sammelstellen erkannt und ebenso bestimmt die Uebereinstimmung

39) N. Jahrb. 1878. S. 179.

stimmung mit der von Heer beschriebenen Palaeoflora von Fünfkirchen in Ungarn ausgesprochen. Der Ansicht Heer's zustimmend erklärt er diese Flora als eine solche, welche einen permischen Charakter besitze, aber nicht ohne grosse Bedenken dabei für berechtigt zu halten.

Prof. Weiss hat sich über die Natur dieser Pflanzenreste dahin ausgesprochen, dass der dyadische Charakter keineswegs erwiesen sei; er ist vielmehr der Ansicht, dass der Typus dieser Pflanzen sich der jüngeren Flora augenscheinlich anschliesse, wobei die Erscheinung hervortrete, dass der allgemein paläontologische Charakter der Flora bereits demjenigen der zu gehörigen, sogar darüber gebetteten Fauna vorausgeeilt sei, so dass die stärkere Veränderung erst nach dieser Fauna bei den Thieren, aber bei den Pflanzen vor jener Flora in den alpinen Gebieten eingetreten sei.

Ueber die einzelnen bisher gefundenen Pflanzenarten mögen folgende Bemerkungen eine Stelle finden.

Gefässkryptogamen.

Die Armuth dieser Flora an *Calamiten* und *Equisen* sowohl, als an Farnüberresten ist ganz besonders auffallend und gleichheitlich bei Recoaro, wie bei Neumarkt und bei Fünfkirchen constatirt. Nur selten finden sich kleine, schlecht erhaltene Reste von:

1) *Calamites* spec. sowohl bei. Recoaro, wie bei Neumarkt in zwar unter sich übereinstimmenden, aber schwierig auf eine bestimmte Art zu beziehenden Formen. die einerseits an *C. leioderma* Gutb. die Geinitz zu *C. infractus* Gutb. zieht, andererseits an *C. arenaceus* Brongn. erinnern. Ohne Zweifel gehört hieher auch *Equisetites Brongniarti* (?) Ung., weche de Zigno (a. a. O. S. 7 Taf. I. Fig. 3) von Recoaro aufführt.

Die nahe Verwandschaft aller dieser Formen bis zum *C. approximatus* der Carbonschichten lässt diese Art als nicht entscheidend erscheinen.

Farne.

2) *Calliopteris?* cf. *conferta* in rauhem Sandstein von Neumarkt schlecht erhalten ist nach Schimper's Bestimmung sehr zweifelhaft.

3) Bei Neumarkt fand ich mehrere gut erhaltene Exemplare einer *Taeniopteride*, welche Schimper zu der Bemerkung veranlassten, dass diese Stücke der Grösse nach der *Taeniopteris abnormis* Gutb. gleichen, aber nach der Berippung ganz bestimmt sowohl von dieser Art als von der obercarbonischen T. *multinervis* verschieden sein, dagegen sich durch stärkere Rippen und dadurch, dass diese entfernter stehen und sich in der Nähe der Spindel rasch abbiegen, der *Danaeopsis* gleichkommen. Ob diese Form wirklich zu letzterem Genus zu ziehen sei, könne wegen Mangel der Fruchtorgane nicht entschieden werden.

Bei einer näheren Vergleichung mit Exemplaren von *Danaeopsis marantacea* ergab sich mir eine überraschende Aehnlichkeit, so dass, abgesehen von etwas engergestellten Rippchen bei der alpinen Art (14. auf 0,01 m. Blattlänge gegen 10—12 bei *D. marantacea*), sonst eine Uebereinstimmung unverkennbar ist. Es dürfte daher kaum gewagt sein, diese Form als eine *Danaeopsis* auszusprechen, und als eine neue Art D. *alpina*[34]) zu bezeichnen.

34) Ehe diese Zeilen zum Druck gelangt sind, theilt mir Herr Schimper mit, dass sich die Bedenken gegen diese *Taeniopterisform* dadurch heben lassen, dass man *Taeniopteris Eckardi* Germar (Derst. d. Mansf. Kupfersch.) zum Vergleiche beiziche. Bei dieser sog. *Taeniopteris* verlaufen die Nerven in gleicher Richtung, wie bei *Danaeopsis*. Stenzel (Taeniopteridea aus dem Rothliegenden) giebt unter dem Namen *Taeniopteris Schenkii* eine ganz ähnliche Form, die an *Danaeopsis* erinnert.

4) *Baiera digitata* Brongn. wurde zuerst von Heer auf eine zwar kleinere, aber sonst gut mit der typischen Art des Kupferschiefers übereinstimmende Form von Fünfkirchen bezogen. In den Schichten der Südalpen kehren ähnliche Ueberreste ungemein häufig wieder und gehören zu den verbreitetsten und charakteristischsten des untern Voltziensandsteins bei Recoaro, wie von den Fundstellen bei Botzen. Schimper hat diese Ueberreste ohne Bedenken mit der von Heer erwähnten Dyasspecies von Fünfkirchen identificirt, was wohl nicht zu beanstanden sein dürfte, obwohl die Formen von Südtirol constant etwas grösser selbst als die typischen des Kupferschiefers sind. Ohne die Ansichten der beiden Fachgelehrten kritisiren wollen, darf doch darauf aufmerksam gemacht werden, dass Heer selbst bei seiner Bestimmung beisetzt, „wahrscheinlich", wodurch dieser Identificirung doch nur die Bedeutung grosser Aehnlichkeit beigelegt werden kann.

Losgelöste und mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure behandelte Blatttheile lassen mit dem Mikroskop auf der Oberfläche ein Netzwerk ähnlich dem langgezogenen Blattnetz etwa eines *Dicranums* erkennen.

Die von de Zigno beschriebene *Caulopteris*-Stammstücke habe ich bei Recoaro nicht wieder auffinden können.

Cycadeen.

5) Als *Pterophyllum* wurde nur fraglich von Schimper ein schlecht erhaltener Pflanzenrest bezeichnet, den ich im rauhen Sandstein vor Neumarkt auffand. Auch diese Gattung ist nicht ausschliesslich der Trias angehörig, da wenigstens einzelne Arten schon im Rothliegenden und selbst im Carbon auftreten. Doch hat unsere Form mit diesen älteren Arten geringe Aehnlichkeit und nähert sich mehr den breiten, kurz fiederblättrigen Arten der höheren alpinen Triasschichten.

6: *Cordaites* ? spec. oder *Yuccites* ? spec. Zahlreiche Fragmente, die sich sowohl bei Recoaro, wie bei Neumarkt vorfinden, hielt zuerst Prof. Schimper als die unter allen Erfunden am meisten den permischen Charakter dieser Flora bestimmende Pflanzenform. Die weitere Untersuchung meiner letzten Zusendung lenkte jedoch Schimper auf einen Vergleich mit der im bunten Sandstein vorkommenden „ganz ähnlichen Art *Yuccites*, bei der nur die Berippung eine andere ist" (vergl. Schimper et Mougeot, plant. foss. d. grés bicarré 1844 p. 42. Taf. 21) und auf jene Blattform aus den Raibler-Schichten, welche Bronn als *Yuccites* (Beit. zur Trias-Fauna und Flora von Raibl in N. Jahrb. 1858 S. 1 u. 129 und Nachtrag 1859 S. 30) beschrieben hat. Schimper bemerkt: „Nun sehen Bruchstücke von den Finderblättchen dieser Cycadee solchen von *Cordaites* sehr ähnlich und es ist daher die Frage aufzuwerfen, ob die anfänglich für *Cordaites* gehaltenen Fragmente nicht zu dieser Cycadee gehören könnte! — Wieder neue Zweifel."

Wie begründet dieser Zweifel ist, geht aus der weitern Beobachtung hervor, dass ich bei Rovegliana auf gleicher Gesteinsplatte mit *Voltzia recubariensis* und *Retzia trigonella* — also sicher Muschelkalk — gleichfalls Fragmente fand, die nach Schimper's Bestimmung mit den Stücken der tieferen Lage nahe übereinstimmen. Mag daher diese Form zu *Cordaites* oder zu *Yuccites* (= *Macropterygium* Schimp.) gehören, dieselbe ist wenigstens für den Dyas-Typus nicht entscheidend, weil die ähnlichsten Formen im alpinen Muschelkalk sicher wiederkehren.

Monocotyledonen.

Aus dieser Abtheilung sind nur wenig deutliche Ueberreste bis jetzt gefunden worden, obwohl in den kohligen

Triasschichten Einzelnes liegt, was hieher zu gehören scheint. Sicher ermittelt ist:

7) *Aethophyllum* spec.?, welches Schimper nach Blättchen bestimmt hat, die in dem feinen Schieferthon von Neumarkt eingebettet liegen, in gleicher Weise bei Tramin wiederkehren und neuerlich auch bei Recoaro aufgefunden wurden. Die Blättchen sind sehr langgestreckt, ziemlich gleich breit und deutlich von einem Mittelnerv durchzogen. Schon Massalongo bestimmte Einschlüsse von Recoaro ganz richtig, als hierher gehörig. Es ist diess die neue Art *A. Foetterleanum* (Vergl. de Zigno a. a. O. S. 13, T. III. T. 2—4, T. IV F. 1—3 und T. VIII F. 2—4). Ohne auf die nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit *A. stipulare* des bunten Sandsteins ein grosses Gewicht zu legen, sei hier doch daran erinnert, dass dieses Pflanzengenus bisher als ausschliesslich der Trias eigenthümlich angesehen wurde.

Coniferen.

Weitaus die häufigsten und weitverbreitetsten Pflanzenreste aller Fundorte gehören den *Coniferen* an, so dass im Allgemeinen diese Flora als eine vorherrschende Coniferen-Flora zu bezeichnen ist. Manche kohlige Schichtenstreifchen stellen eine wahre Streulage abgefallener Nadeln und Zweige dar. Die von Heer als *Voltsia hungarica* beschriebene Art geht allen andern an Häufigkeit weit voraus.

8) *Voltsia Massalongi* v. Schaur. spec. (= *Palissya Massalongi* v. Schaur. = *Voltsia hungarica* Heer). Der durch v. Schauroth zuerst bestimmte Pflanzenrest stammt aus Val del Prack bei Recoaro. Ich sammelte an der gleichen Fundstelle Exemplare, die genau mit v. Schauroth's Beschreibung und Abbildung übereinstimmen und die Schimper als *Voltsia hungarica* Heer. bestimmt hat. Meiner Ansicht nach

kann über die Identität dieser verschieden benannten Art kein Zweifel bestehen. Ebenso sicher ist die Uebereinstimmung mit den Einschlüssen bei Neumarkt und Botzen. Durch diesen Nachweis der Identität der Fünfkircher Pflanze mit der von Recoaro[85]) und mit der von Neumarkt ist ein ausserordentlich wichtiger und weitausgebreiteter Schichtenhorizont gewonnen, welcher für den speciellen Nachweis gleichalteriger Schichtencomplexe in dem Bereich alpiner Entwicklung sichere Anhaltspunkte zu geben verspricht.

Von dieser Art trifft man häufiger, als von anderen Formen, noch wohl erhaltene reichbeblätterte Zweige, welche, soweit die Funde bis jetzt ergeben haben, nur eine Blattform tragen.

Die Blättchen sitzen zweizeilig an den Zweigen; sie zeigen die Eigenthümlichkeit, an der Ansatzstelle plötzlich knieförmig sich zu biegen und ziemlich weit am Zweige herabzulaufen. Fast auf die ganze Länge gleich breit enden die Blättchen mit stumpfer Abrundung. Der Mittelnerv ist kräftig, Seitennerven fehlen. Nach der früher beschriebenen Methode für das Mikroskop durchsichtig gemacht, zeigt die Epidermis etwas länglich runde Zellen und einzelne runde, nicht besonders ausgezeichnete Spaltöffnungen. In dem inneren Theil der Blätter lässt sich die Struktur nicht deutlich erkennen. Bei Neumarkt sind die zu diesen Pflanzen gehörigen Zapfen ausserordentlich häufig und gut erhalten. Auch Samen, wie sie Heer abbildet, fehlen nicht. Es ist besonders als wichtig hervorzuheben, dass diese gemeinte Art auch sehr deutlich erkennbar in den

85) Da ich bei Abfassung meiner kurzen Anleitung zu geolog. Beobachtungen in den Alpen nicht selber gesammelte Exemplare vergleichen konnte, ist daselbst S. 104 Fig. 7 fälschlich als *Voltzia vicentina* statt als *V. Massalongi* v. Schau bezeichnet. Auch ist die daselbt als *Voltzia Massalongi (Araucarites M.)* in Fig. 3 dargestellte Form mit *V. recubariensis* zu vereinigen, was ich zu berichtigen bitte.

sandigen grauen Zwischenschichten des sog. Grödener Sandsteins im Aferthal bei Vilnös gefunden wurde, welche dieselbe Lage zu dem hier mächtig und typisch entwickelten Bellerophonkalk und -Dolomit einnehmen, wie bei Neumarkt die Pflanzen-führende Bänke in Bezug auf den gelben Dolomit inne haben. Dadurch ist die Gleichstellung dieses gelben Dolomits, wie er auch an der Mendel, bei Trient und bei Recoaro unmittelbar über dem Pflanzen-führenden Sandstein lagert, mit den Bellerophonschichten erwiesen.

Ferner erscheint sehr bemerkenswerth, dass auch in der viel höher liegenden Muschelkalkschicht neben *Voltzia recubariensis* und ausser der schon erwähnten *Voltzia heterophylla* var. *squarosa* Reste sich vorfinden, die von Schimper als identisch mit der *Voltzia hungarica* bestimmt wurden.

Jeden Falls bezeugt dieses Vorkommen die Continuität der Artenähnlichkeit, die von den tieferen Schichten bis zum Muschelkalk empor reicht.

Diese Art wurde an sämmtlichen vorhergenannten Fundstellen nachgewiesen.

Heer führt von Fünfkirchen noch eine zweite *Voltzia* als *V. Boeckhiana* auf, die bis jetzt in den Südalpen noch nicht entdeckt ist. Dagegen fand ich bei St. Giuliana unfern Recoaro eine Form, welche Schimper als:

9) *Voltzia acutifolia* sehr ähnlich bestimmt hat, die sich durch spitz zulaufende Blätter auszeichnet. Da de Zigno von Recoaro eine mit *Voltzia Massalongi* verwandte Art als *Taxites vicentinus* Mass. anführt und deren Blätter als „elongato-elliptica" im Gegensatz zu jener der *V. Massalongi*, mit „foliis apice obtusis" beschrieben werden; so ist es wahrscheinlich, dass diese Form auf *Taxites vicentinus* zu beziehen ist, die demnach falls sie eine neue Art ist, als *Voltzia vicentina* Mass. spec. aufzuführen wäre.

10) *Albertia.* Unter der Bezeichnung *Haidingera*

Endl. hat Massalongo Einschlüsse aus dem Pflanzenlager von Val del Prack als besondere Species: *H. Schaurothiana* beschrieben. Dieses Geschlecht ist identisch mit *Albertia* Schimper (1837).

Dieser Massalongo'schen Art entsprechende Formen finden sich sehr häufig bei Recoaro und bei Neumarkt. Schimper hat einzelne Blättchen als sicher zu *Albertia* gehörig erkannt, ohne jedoch die Species näher zu bezeichnen, die sich den Blattumrissen nach sehr der *A. elliptica* nähert.

Mir scheint, dass auch von Fünfkirchen ähnliche Blätter vorliegen, die jedoch Heer mit zur *Ullmannia Geinitzi* zieht. Da letztere Art nach Schimper's Bestimmung auch bei Recoaro und Neumarkt auftritt, so ist es nöthig, einen näherer Unterschied der sonst in Blattform verwandten Arten angeben. Bei *Albertia* stehen die Blättchen an den Zweigen ziemlich entfernt von einander · und biegen fast rechtwinkelig ab, während bei *Ullmannia* die Zweige dicht mit fast ganz anliegenden Blättchen bedeckt werden. Bei *Albertia* sind ferner die Blättchen mehr oder weniger elliptisch, oben abgestumpft, nicht sehr derb, durchsichtig gemacht mit einem Epidermalzellennetz überzogen, das aus länglichen Maschen besteht. Das Blatt von *Ullmannia* ist dagegen derb lederartig, meist ziemlich stark zugespitzt; durchsichtig gemacht zeigt die Epidermis ausgezeichnet rundlich ausgedehnte Zellen und einen wahrscheinlich verdickten Rand. Bei beiden finden sich mehrere Längsstreifchen ohne deutliche Mittelrippe Indem wir die Identität mit *Albertia elliptica* dahingestellt sein lassen, genügt es für unsere Zwecke, die Anwesenheit dieses ausschliesslich der Trias angehörigen Geschlechtes sicher nachgewiesen zu haben

Ullmannia. Zu den merkwürdigsten Einschlüssen der Schichten in den Südalpen, wie bei Fünfkirchen gehören die Pflanzenreste, welche Heer und Schimper übereinstimmend dem Dyasgeschlecht *Ullmannia* zuweisen.

11) *Ullmannia Bronni* Göpp. findet sich nach der Bestimmung Schimpers in zahlreichen, isolirten Blättchen und auch in einem kleinen Zweige bei Neumarkt. Die Blättchen sind sehr derb, lederartig, unten meist gekielt, ohne Mittelrippe und von einer sehr engmaschigen, aus kleinen rundlichen Zellen bestehender Epidermis überzogen. Diese Art wurde bis jetzt von Fünfkirchen noch nicht angeführt.

12) *Ullmannia Geinitzi* Heer. Diese von Heer abgetrennte Form findet sich sehr häufig an den drei Fundstellen bei Recoaro sowohl, als bei Neumarkt und Tramin.

Zu diesen Blattresten gesellen sich auch zahlreiche Samen, unter denen bereits des zu *Voltzia Massalongi* gehörenden gedacht wurde. Dazu kommen ferner:

13) *Carpolithes Klockeanus* Gein. von Neumarkt,

14) *Carpolithes Eiselianus* Gein. von Neumarkt,

15) *Carpolithes hunnisus* Heer von Val del Prack und St. Giuliana bei Recoaro und bei Neumarkt.

Endlich kommen in den Sandsteinbildungen, die unzweifelhaft zu dem Pflanzen-führenden Schichtencomplex gehören, an zahlreichen Orten auch Kieselhölzer vor, die nach einer gefälligen Mittheilung von Hr. Boeckh in gleicher Weise auch bei Fünfkirchen sich einstellen. Keines dieser Kieselhölzer trägt den Charakter der sog. Starrsteine des Rothliegenden an sich, sondern alle sind Coniferenhölzer, welche sich dem Typus der *Araucarites*-Hölzer anschliessen, wie ich mich an zahlreichen hergestellten, die innere Struktur deutlich zeigenden Dünnschliffen habe überzeugen können.

Es sei noch bemerkt, dass in dem grünlich grauen Schieferthon des Pflanzenlagers auch einzelne kleine Fischschuppen gefunden wurden.

Nach dieser Uebersicht über die bei Recoaro und Botzen bisher beobachteten Pflanzenreste sind:

6 Arten gemeinsam Fünfkirchen und Neumarkt
4 „ „ Fünfkirchen und Recoaro
8 „ „ Recoaro und Neumarkt.

Diese Zahlen bestätigen die Gleichstellung der diese Pflanzenreste beherbergenden Schichten.

Wenn man nun die Frage näher ins Auge fasst, ob sich diese Palaeoflora mehr der Dyas, oder mehr der Trias zuneige, so sind Gründe dafür und dagegen anzuführen.

Lassen wir die Formen wie *Calamites*, *Pterophyllum*, *Cordaites* oder *Yuccites*, *Voltzia* und selbst die *Taeniopteride* als nicht ausschlaggebend ausser Betracht, obwohl fast alle diese Formen mehr zur Trias, als Dyas hinneigen, so sprechen *Baiera* und *Ullmannia* für die Zuweisung zur obersten Dyas, *Aethophyllum* und *Albertia* für die zur Trias. Berücksichtigt man, dass in dieser Flora keine einzige ältere, als Kupferschiefer oder Zechsteinpflanze mit vorkommt, dagegen mindesten nicht selten entschiedene jüngere, so liegt die Entscheidung auf flacher Hand, dass diese Flora weder ganz der Zechstein-, noch ganz der nächst jüngern Röthflora gleichsteht, vielmehr in der Mitte liegen muss zwischen jener des Zechsteins und der nächst jüngeren bekannten der Röthschichten.

Es ist dabei nicht zu vergessen, dass zwischen den Zechsteinschichten und jenen zunächst jüngeren Pflanzen-führenden Lagen des Röths an vielen Stellen eine mächtige d. h. eine zu ihrer Bildung lange Zeit erforderliche Gesteinsreihe liegt, aus der wir so gut wie keine Pflanzenüberreste kennen, obgleich inzwischen sicherlich die Pflanzenwelt nicht ausgestorben, sondern von der Zechsteinflora allmählig zur Röthflora sich fortentwickelt hat. Einem solchen Fortentwicklungsstadium gehört unserer südalpinen Flora an.

Es ist ferner in Erwägung zu ziehen, dass der Zechstein mit dem Kupferschiefer die jüngste Stufe der Dyasformation ausmacht, über welcher sofort und unmittelbar die Trias beginnt. Jede Gesteinslage, welche wenn auch nur um ein Weniges jünger ist, als Zechstein, gehört bereits zur Trias, wie wir in Thüringen, im Spessart, im Biebergrund u. s. w. sehen. Die Schichten nun, welche einen Theil der Zechsteinflora, dazu aber noch einen Theil einer entschiedenen jüngeren Flora in sich schliessen, können nicht dem Zechstein selbst gleichgesetzt werden, sondern müssen für eine etwas jüngere Ablagerung angesprochen werde, d. h für eine Ablagerung, die man ganz allgemein bereits der Trias zutheilt.

Dass solche älteste oder ältere Triasgebilde in ihrer ganzen Flora und die den Pflanzensandstein auflagernden Bellerophonkalke in ihrer Fauna noch einen entschieden an die paläolithischen Formen erinnernden, z. Th. mit diesen direkt sich verbindenden Typus an sich tragen, ist nach der allein naturgemässen Anschauung der allmähligen Entwicklung nur nicht auffällig, sondern durfte sogar zum voraus erwartet werden. Denn diese tiefsten Triasglieder stehen den oberen paläolithischen Zeiten und Schichten ungemein viel näher, als selbst den nächsten durch Versteinerungen vergleichbaren Triasgliedern, nämlich dem Röth.

Bei dieser Erwägung verliert die Mischung von paläolithischem und mesolithischem Typus in den Pflanzenresten des unteren Voltziensandsteins der Südalpen nicht nur die Bedeutung einer auffälligen Erscheinung, sondern liefert sogar ein Glied mehr in der langen Kette einer stufenmässig fortschreitenden Entwicklung des organischen Reichs.

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber das Wärmeleitungsvermögen der Flüssigkeiten."

Die Ergebnisse der Untersuchungen, welche bisher mit grossem Aufwande von Sorgfalt über das Wärmeleitungsvermögen der Flüssigkeiten angestellt worden sind, [1]) stimmen noch so wenig unter einander überein, dass wir nicht einmal die Reihenfolge, in welcher sich die Flüssigkeiten von den besseren zu den schlechteren Leitern übergehend ordnen lassen, mit Sicherheit kennen. Ein und dieselbe Lösung erscheint nach der einen Angabe als besserer, nach der anderen als schlechterer Leiter als das Wasser. Ich habe mir deshalb die Aufgabe gestellt, nicht sowohl neue Zahlen beizubringen für die absolute Leitungsfähigkeit verschiedener Flüssigkeiten, als vielmehr die Umstände aufzusuchen, welche auf das Leitungsvermögen von Einfluss sind und die Richtung kennen zu lernen, in welcher dasselbe durch diese Umstände verändert wird. Zu diesem Zweck war es vor allen Dingen nöthig, eine grössere Zahl von Flüssigkeiten der Untersuchung zu unterwerfen und dazu schien mir ein Apparat ganz geeignet, den Kundt angewandt hat, um durch

1) Paalzow, Poggend. Ann. CXXXIV p. 618. 1868. Guthrie, Phil. Mag. (4) XXXV p. 283 u. XXXVII p. 468. 1868 u. 69. Philos. Trans. CLIX 2. p. 637. 1870. Lundquist, Undersökning af några vätskors leidningsvörmåga för Värme. Upsala 1869: Monit: scient: 1871 p. 500. Winkelmann, Poggend. Ann. CLIII p. 481. 1874.

einen Vorlesungsversuch die Unterschiede im Leitungsvermögen verschiedener Gase nachzuweisen.[2]) Der Apparat (Fig. 1.) besteht aus einem Reagenzglase, welches von einem zweiten, an dasselbe angeschmelzten Rohre nahe umschlossen ist, so dass der Abstand der beiden Rohre von einander nur etwa 2 mm beträgt. Dieser Zwischenraum wurde mit der zu untersuchenden Flüssigkeit bis zu einer Marke m gefüllt; in das innere Glas wurde eine stets gleiche Quecksilbermasse gegeben und in diese das Gefäss eines in hundertel Grade getheilten Thermometers gesenkt, welches durch einen Kork in der Rohrmündung befestigt war. Nun wurde der untere Theil des Apparates bis zur Höhe w w in ein bis zu einer bestimmten Temperatur erkältetes oder erwärmtes Wasserbad getaucht und darin gelassen bis das Thermometer eine bestimmte Temperatur anzeigte; dann wurde er aus diesem Bade in ein anderes von 20° gebracht und wurden nach einer Secundenschlaguhr die Zeiten notirt, zu welchen das Thermometer eine Temperatur-Erhöhung oder Erniedrigung um je 2 Grad anzeigte. Aus dem Gange des Erwärmens oder Erkaltens wurde ein relatives Maass für das Leitungsvermögen der dünnen Flüssigkeitsschicht gewonnen. Die Methode ist also im Ganzen die gleiche wie die, welche zuerst Narr, dann Stefan zur Untersuchung des Leitungsvermögens der Gase, und Winkelmann zur Untersuchung des Leitungsvermögens der Flüssigkeiten anwandten, nur erlaubt sie keine absoluten Bestimmungen, weil die Dimensionen des Apparates nicht genau angegeben werden können, auch ist die Verbindung zwischen dem äusseren und dem inneren Rohr durch einen ziemlich guten Wärmeleiter, das Glas, hergestellt, freilich in ziemlich grossem Abstande von der leitenden Flüssigkeit. Dagegen gestattet der Apparat die Untersuchung aller Flüssigkeiten,

2) Wiedem. Ann. II. p. 384. 1877.

welche das Glas nicht angreifen und ist überhaupt ungemein leicht zu handhaben. Kundt hat schon bemerkt, dass auf einen störenden Einfluss der Strömungen in den dünnen Schichten nicht zu rechnen sei und dass ebensowenig die Strahlung eine bedeutende Rolle spiele. Meine Versuche zeigen, dass das für Gase Ausgesprochene sich auch für Flüssigkeiten hinreichend bewährt; dagegen liegt eine Fehlerquelle in der Wärmeleitung, welche zwischen dem inneren und äusseren Glasrohr durch die Substanz des Glases selbst stattfindet und in der Erwärmung oder Erkaltung des aus dem Bade herausragenden Röhrentheils. Diese Fehler, von deren Einfluss Vorversuche mit leerem Apparate ein ungefähres Bild geben, sind indess wieder gleichgiltig, wenn es sich nicht um die Herstellung absoluter Werthe, sondern um die Lösung der oben gestellten Aufgabe handelt. Alle Beobachtungen wurden bei einer Lufttemperatur, welche zwischen 19°,5 und 20°,5 lag, angestellt. Durch Oeffnen und Schliessen der Heizklappen, der Fenster, der lichtdichten Läden, Anzünden oder Auslöschen der Gasflammen gelang es mir, die Temperatur immer sehr nahe an 20° zu halten. Wenn einmal die oben bezeichnete Grenze nicht eingehalten wurde, so ist die Versuchsreihe nicht mit aufgenommen worden. Das Kühl- (oder Wärm-) Wasser wurde nicht bewegt. Es ist richtig, dass sich in ruhendem Wasser eine Schichte um den Apparat bildet, welche eine etwas höhere Temperatur annimmt. Das drückt sich auch deutlich in den Versuchen aus. Ich benütze aber die der schliesslichen Temperatur 20° nahe liegenden Temperaturen gar nicht mehr, so dass innerhalb der Grenzen, die in Betracht zu ziehen sind, jener nachtheilige Einfluss nicht bemerkbar ist. Durch Eintauchen in schmelzendes Eis, welches Narr[3]) bei seinen Versuchen über die Wärmefortpflanzung in Gasen anwandte,

3) Poggend. Ann. CXLII p. 123. 1871.

gelang es mir durchaus nicht, ganz übereinstimmende Resultate zu erhalten; das ist auch ganz begreiflich, denn nur da, wo ein festes Eisstück das Glasrohr berührt, wird dessen Wärme sofort zum Schmelzen von Eis verbraucht, wo aber Eiswasser an das Rohr grenzt, da wird dasselbe ebenfalls dem Rohre nicht sofort alle Wärme entziehen. Eine Rührvorrichtung, wie sie Winkelmann anwandte, ist also durchaus angezeigt, wenn man die Rohrwand bis zuletzt auf der gleichen Temperatur halten will Ich habe auch versucht, statt des Kühlwassers Quecksilber anzuwenden und zwar mit sehr gutem Erfolg, aber die Handhabung des Apparates wurde dadurch sehr erschwert, und während ich mir sehr leicht Wasser von genau 20° verschaffen konnte, war es für Quecksilber sehr schwer, diese Temperatur festzuhalten.

Das Füllen des Apparates bis zur Marke geschah ebenfalls stets zwischen 19°,5 und 20°,5. Die Genauigkeit, mit der die Füllung vor sich geht prüfte ich, indem ich den Apparat leer und dann mit einer Reihe von Flüssigkeiten, deren specifisches Gewicht zwischen denselben Temperaturgrenzen bestimmt war, gefüllt wägte. Das aus dieser Wägung im Vergleich mit der Wägung des mit Wasser gefüllten Apparates berechnete specifisches Gewicht stimmt gut mit dem mittelst der Mohrschen Wage gefundenen überein. Es war beispielsweise das specifische Gewicht für

	durch die Mohrsche Wage	durch Wägung des Apparates
Alcohol	0,804	0,809
Glycerin	1,228	1,226
Kochsalzlösung	1,190	1,188
Chlorzinklösung	1,398	1,390

Beim Erwärmen oder Erkalten wird das Volumen der Flüssigkeit verändert. Für die relativen Versuche kommen aber nur die Unterschiede der Ausdehnung der verschiedenen Flüssigkeiten in Betracht und es zeigte sich, dass absichtlich

hervorgebrachte Unterschiede in diesem Betrage keinen merklichen Einfluss auf den Gang der Versuche hatten.

Die Messungen, welche ich angestellt habe, zerfallen in zwei Gruppen, welche in den Tabellen I und II mitgetheilt sind. Die erste Gruppe enthält Versuche bei Temperaturen unter, die zweite bei Temperaturen über 20°. Bei der ersten wurde der Apparat in schmelzendes Eis gebracht, bis 1° abgekühlt, ausgehoben, sorgfältig abgetrocknet und in dem Augenblick, in welchem das Thermometer 2° zeigte, in das Wasser von 20° gebracht. Dieses Wasser hatte immer dieselbe Höhe, da es schon vor dem Eintauchen des Apparates sein geräumiges Gefäss bis zum Rande anfüllte, und beim Eintauchen überfliessen musste. Bei der zweiten Gruppe wurde der Apparat in einem Wasserbade von 50° bis 45° erwärmt, ausgehoben, abgetrocknet und bei 44° in das Kühlwasser von 20° gebracht. Mit derselben Flüssigkeit, selbst bei erneuerter Füllung des Apparates, angestellte Messungen ergeben eine oft vollkommene Uebereinstimmung im Gange der Erwärmung oder Abkühlung. Abweichungen fanden besonders bei Salzlösungen statt, und ich habe bemerkt, dass sich frisch bereitete Lösungen, selbst wenn sie zuvor filtrirt waren, immer etwas anders verhielten, wie ältere Lösungen: eine Bemerkung, die ich an einem anderen Ort auch schon in Bezug auf das electrische Leitungsvermögen von Salzlösungen gemacht habe.[4])

Vorläufige Versuche zeigten, dass der Anfang des Temperaturganges ein scheinbar gesetzloser war, was sehr natürlich ist, da in dieser ersten Periode der Gang des Erwärmens oder Erkaltens vor Allem von der specifischen Wärme der Flüssigkeiten abhängig ist. Die Curven, durch welche ich den Temperaturgang darstellte, zeigten in der ersten Gruppe ein zu steiles Ansteigen bis 4°, in der zweiten bis 38°. Ich

4) Wiedem. Ann. VII. 1879.

habe deshalb erst von diesen Temperaturen, von denen an der Gang der Erwärmung oder Abkühlung ein stationärer war, die Zählung begonnen. Die so gewonnenen Zahlen sind in die Tabellen eingetragen und zwar enthält die Spalte Θ die Temperaturen, so dass also für Tabelle I die Anfangstemperatur $= 4^0$, für Tabelle II aber $= 38^0$ ist. Die Zählung wurde in der ersten Gruppe bis 16^0, in der zweiten bis 26^0 fortgesetzt, d. h. beide mal um 12^0. Die Beobachtungen für 28^0 fehlen, weil der Kork den betreffenden Theilstrich des Thermometers deckte. Die Spalte t enthält die Zahl der Secunden, um welche die einzelnen Temperaturen später beobachtet wurden, als die Anfangstemperatur.

Weiter habe ich den Tabellen noch eine Spalte hinzugefügt. Es ist nämlich aus den aufgeführten Beobachtungen die Abkühlungs- (bez. Erwärmungs-) Geschwindigkeit v nach dem Abkühlungsgesetze

$$v = \frac{\mathrm{l\ nat}\ \frac{\tau_0}{\tau}}{t}$$

berechnet, wo τ_0 der (negative oder positive) Temperaturüberschuss des Thermometers über die Temperatur des Wärm- (oder Kühl-) Wassers beim Beginn der Zählung und τ der Ueberschuss zur Zeit t ist. Entsprechend dem von Winkelmann in seine Tabellen aufgenommenen relativen Maasse für v habe ich auch für meine Versuche

$$v \log e = \frac{\log \tau_0 - \log \tau}{t}$$

berechnet diesen Ausdruck mit 10^{-5} c bezeichnet und die Werthe von c in die Tabelle eingetragen. Beide Tabellen beginnen mit den extremen Messungen am leeren (mit Luft gefüllten) und an dem mit Quecksilber gefüllten Apparate.

Tabelle I.

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Luft				Quecksilber			
6	63	92	60	96	5	1160	5	1160
8	130	96	129	98	11	1135	10,5	1189
10	212	97	212	97	17	1201	19,5	1047
12	311	97	312	97	30	1009	30	1009
14	442	97	444	96	44	970	44	970
16	634	95	637	94	65	926	65	926
	Wasser							
6	14	414	15	387	14	414	15	387
8	30	416	30,5	409	30	416	30	416
10	49	416	49,5	412	50	408	49	416
12	73,5	414	72,5	415	72	418	72,5	415
14	104	410	104	410	103	413	104	410
16	153	393	153	393	152	396	153	393
	Schwefelsäure (1,806)				Glycerin (1,228)			
6	16	362	16	362	18	321	18	321
8	34	367	34	367	37	338	37	338
10	54	378	54	378	60	340	60	340
12	79	381	79	381	88	342	88	342
14	112,5	378	113	377	126	338	125	340
16	164	366	164	366	185	326	185	326
	Schwefelkohlenstoff (1,272)				Chloroform (1,488)			
6	11,5	504	11	527	12	483	12	483
8	24,5	509	24,5	509	26	480	26,5	471
10	38,5	514	39	502	42	486	42,5	480
12	57,5	523	58	519	64	470	65	463
14	82,5	516	83	513	94	450	95	448
16	123,5	488	124	485	142	424	143	421

(Tabelle I Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Alcohol (0,804)				Aether (0,724)			
6	17,5	332	18	321	14	414	14,5	400
8	36	359	36	359	28	444	28	444
10	57	358	57	358	43	474	43,5	466
12	83	362	83	362	63	478	63	478
14	118	361	118	361	91	468	91	468
16	174	346	174	346	135	453	135	453
	Benzin (0,691)				Olivenöl (0,915)			
6	15	387	15	387	22	264	22	264
8	31	403	30	416	47	266	47	266
10	50	408	49	416	75	273	76	268
12	74	406	72	418	111	271	112	269
14	107	398	105	405	159	268	160	265
16	163	363	160	376	233	258	235	256
	Natriumchlorid in Wasser (1,110)				Natriumchlorid in Wasser (1,20[illegible])			
6	14	414	14	414	14	414	13,5	429
8	30	416	30	416	29	430	29	430
10	48	423	47	433	46	443	48	423
12	70	430	69	436	68	442	70	430
14	99	430	98	434	97	443	99	430
16	144	411	144	411	142	424	145	417
	Calciumchlorid in Wasser (1,128)				Calciumchlorid in Wasser (1,345)			
6	14	414	14	414	14	414	13.	446
8	30	416	29,5	423	29	430	29	430
10	48	423	47	433	47	433	47	433
12	71	428	70	430	70	430	69	436
14	102	417	101	421	100	426	98	434
16	150	401	149	404	148	407	146	412

(Tabelle I Fortsetzung).

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Kupferchlorid in Wasser (1,125)				Kupferchlorid in Wasser (1,258)			
6	14,5	400	14	414	13,5	429	14	414
8	31	403	31	403	29	430	29,5	423
10	50	408	50	408	47,5	428	48	423
12	73	413	73,5	411	71	424	71	424
14	105	405	105	405	101,5	419	102	417
16	155	389	155	389	152	396	153	393
	Kupfernitrat in Wasser (1, 97)				Kupfernitrat in Wasser (1,455)			
6	14	414	14	414	15	387	15	387
8	30,5	409	30	416	32	390	31,5	396
10	48	423	47	433	50	408	49	416
12	71	424	70	430	74	406	73	412
14	101	421	100	426	106	401	104	410
16	148	407	147	409	157	383	155	389
	Ammoniumkupfersulphat (1,086)				Zinkchlorid in Wasser (1,132)			
6	14	414	15	387	13	446	13	446
8	30	416	30	416	28	444	28	444
10	49	416	49	416	48	423	47	433
12	72	418	72,5	415	68	442	69	436
14	103	413	104	410	98	434	99	430
16	152	396	152	396	149	404	149	404
	Zinkchlorid in Wasser (1,310)				Zinkchlorid in Wasser (1,870)			
6	15	387	15	387	16	362	16,5	352
8	31,5	396	31,5	396	34	361	34,5	359
10	49,5	412	50	408	54	378	55	371
12	72	418	72,5	415	80	376	80	376
14	101,5	419	102	417	115	370	115	370
16	149,5	402	150	401	168	358	168	358

(Tabelle I Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Eisenchlorid in Wasser (1,126)				Eisenchlorid in Wasser (1,244)			
6	13	446	14	414	15	387	15,5	374
8	30	416	30	416	32	390	33	378
10	48	423	48	423	52	392	53	385
12	71	428	71	428	76	396	77	391
14	101	421	102	417	109	391	110	387
16	148	407	149	404	161	374	162	371
	Verdünnte Schwefelsäure (1,063)				Verdünnte Schwefelsäure (1,496)			
6	15	387	14	414	15	387	15	387
8	30	416	30	416	31	403	31	403
10	49	416	50	408	49,5	414	51	402
12	73	412	75	401	73	412	75,5	399
14	105	405	106	401	105	405	107	398
16	155	389	156	387	154	391	156	387
	Cyanin in Alcohol (0,805)				Eisenchlorid in Alcohol (0,893)			
6	16,5	352	17,5	332	20	290	20	290
8	35,5	352	35,5	352	40	312	41	305
10	57	358	57	358	62	329	64	319
12	83	362	83,5	360	90	334	93	323
14	119	358	118,5	359	128	333	131	325
16	175	344	174,5	343	188	320	191	314
	Kupferchlorid in Alcohol (0,828)				Kupferchlorid in Alcohol (0,892)			
6	19	305	19	305	20	290	19	305
8	38	331	38	331	40	312	39	320
10	59	346	59	346	63	324	62	329
12	86	350	86	350	91	331	90	334
14	122	349	122	349	128	332	128	332
16	181	332	181	332	188	320	188	320

(Tabelle I Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Eisenchlorid in Aether (0,931)				Schwefelkohlenst. und Alcohol (1,257)			
6	20	290	20	290	16	362	15	387
8	39,5	313	39,5	313	33	378	32,5	384
10	62	329	62	329	53	385	53	385
12	90	334	90	334	77	391	77	391
14	128	332	128	332	110,5	385	111	383
16	191	315	191	315	163	369	163	369
	Glycerin und Wasser (1,125)				Quittenschleim, dünn			
6	16	362	16	362	14	414	14	414
8	34	367	34	367	31	403	30	416
10	55	371	55	371	49,5	412	50	408
12	81	372	81	372	73	412	73	412
14	116	367	116	367	105	405	105	405
16	171	352	171	352	155	389	155	389
	Quittenschleim, dick				Stärkekleister			
6	14	414	14	414	14	414	14	414
8	30	416	30	416	30,5	409	31	403
10	49	416	50	408	49	416	49	416
12	73	412	73	412	73	412	73	412
14	104,5	407	105	405	105	405	105	405
16	155	389	156	386	157	383	156	386

Tabelle II.

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Luft				Quecksilber			
38	39	117	40	114				
36	79	123	83	117	7,5	1292	7,5	1292
34	125	124	132	117				
32	189	117	193	115	17	1300	16,5	1344
28	345	115	348	114	30,5	1304	30	1326
26	450	116	458	114	43	1216	42,5	1230
	Wasser							
38	7	653	7,5	601	7	653	7	653
36	15	646	15	646	14,5	668	15	668
34	23	673	23	673	23,5	654	23	673
32	33	672	33	672	32,5	682	33	672
28	61	652	61	652	61,5	647	61,5	647
26	82	637	83	630	82,5	633	83	630
	Schwefelsäure (1,806)				Glycerin (1,228)			
38	10,5	435	11	415	12	381	12,5	355
36	22	440	22	440	25	388	25,5	376
34	34,5	449	34,5	449	39,5	389	39,5	389
32	49,5	428	49	432	56,5	375	56,5	375
28	88,5	449	89	447	100	398	100,5	395
26	117,5	445	117	447	132	396	132,5	395
	Schwefelkohlenstoff (1,272)				Chloroform (1,488)			
38	6	761	6	761	7	653	7	653
36	13	745	13	745	14,5	668	15	646
34	20,5	760	20,5	760	23,5	654	24	645
32	29	765	29	765	33,5	662	34,5	643
28	54	737	54	737	62,5	636	63	631
26	72,5	721	72	726	85	615	86	608

(Tabelle II Fortsetzung).

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Benzin (0,691)				Olivenöl (0,915)			
38	8,5	537	8	571	15,5	295	15	304
36	16,5	587	16,5	587	32	303	31	312
34	26	596	26	596	51	304	50	310
32	37	599	37	599	72	307	71	312
28	67	591	67	591	129	308	127	313
26	90	581	90	581	169	309	167	313
	Alcohol (0,804)				Alaun in Wasser (1,046)			
38	8	571	8	571	7	653	7	653
36	16,5	587	17	570	14,5	668	14,5	668
34	26,5	584	27	574	23	673	23	673
32	38,5	576	38,5	576	33,5	662	34	659
28	72,5	548	73	545	62	642	62,5	636
26	99,5	525	100	523	83,5	626	84	622
	Natriumchlorid in Wasser (1,110)				Natriumchlorid in Wasser (1,200)			
38	7	653	7	653	7	653	7	653
36	14	692	15	646	15	646	15	646
34	23	673	23	673	23,5	654	24	645
32	33	672	33	672	34	659	34	659
28	60,5	657	60	663	62	642	62	642
26	82	637	81	645	84	622	84	622
	Calciumchlorid in Wasser (1,128)				Calciumchlorid in Wasser (1,345)			
38	7	653	7	653	8,5	537	8,5	537
36	16	606	16,5	587	18	538	17,5	554
34	25,5	607	26	596	28,5	543	28	553
32	36	616	36	616	40	554	39,5	562
28	65	612	65	612	73	545	71,5	557
26	87	601	87	601	97	539	95,5	546

(Tabelle II Fortsetzung).

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Kupferchlorid in Wasser (1,125)				Kupferchlorid in Wasser (1,258)			
38	7	653	7	653	8,5	537	9	508
36	14,5	668	14,5	668	17	570	18	538
34	22,5	689	23	673	27	574	28	553
32	32	662	33	672	38	583	39	569
28	60,5	657	62	642	69	575	70	568
26	82,5	637	84	622	92	568	93	562
	Kupfernitrat in Wasser (1,197)				Kupfernitrat in Wasser (1,455)			
38	7	653	7	653	8,5	537	8	571
36	14,5	668	14,5	668	17,5	554	17	570
34	23	673	22,5	689	27,5	563	27	574
32	33,5	662	33	642	39,5	562	39	569
28	61,5	647	61,5	647	71,5	556	72	552
26	84,5	618	84	622	96,5	541	97	539
	Ammoniumkupfersulphat i. W. (1,086)				Zinkchlorid in Wasser (1,132)			
38	7	653	7	653	7	653	7	653
36	14,5	668	14,5	668	15	646	15	646
34	24	645	23	673	23,5	659	23	673
32	33	672	33,5	662	32,5	682	33	672
28	62	642	62	642	61	652	61	652
26	85	615	83,5	626	81	645	83	630
	Zinkchlorid in Wasser (1,310)				Zinkchlorid in Wasser (1,370)			
38	7	653	7,5	601	10	457	10,5	435
36	14,5	668	15	646	21,5	451	22	440
34	23	673	23	673	34	455	34,5	449
32	33,5	662	34	652	49	432	49	432
28	62	642	63	631	88	452	88	452
26	84	622	84	622	117	447	117	447

(Tabelle II Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Eisenchlorid in Wasser (1,126)				Eisenchlorid in Wasser (1,496)			
38	7	653	6,5	703	9	508	8,5	537
36	15	646	15	646	17,5	554	17,5	554
34	23	673	23	673	28	553	27,5	563
32	34	659	33	672	40	554	39	569
28	62	642	61	652	73	545	71	560
26	85	615	83	630	98	533	96	544
	Verdünnte Schwefelsäure (1,088)				Verdünnte Schwefelsäure (1,496)			
38	7	653	7	653	8,5	537	9	508
36	13	745	13	745	18,5	524	20	484
34	21,5	720	22	708	29,5	525	31	500
32	31	715	32	693	42	528	43	516
28	57	698	57	698	77,5	513	79	503
26	78	670	79	662	102,5	510	104	502
	Cyanin in Alcohol (0,805)				Eisenchlorid in Alcohol (0,893)			
38	8	571	8	571	8,5	537	8,5	537
36	17	570	17	570	18	538	18	538
34	26	595	26	595	28,5	543	28,5	543
32	39	569	39	569	41	541	42	528
28	73	545	73	545	77	517	79	503
26	100	523	100	523	106	493	108	484
	Kupferchlorid in Alcohol (0,828)				Kupferchlorid in Alcohol (0,892)			
38	9	508	8	571	9	508	9	508
36	18	538	17	570	18	538	18	538
34	28	553	27	574	29,5	525	30	516
32	40	554	39	569	41	541	42	528
28	75	530	74	538	78	510	78	510
26	103	507	101	517	106	493	107	488

(Tabelle II Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Alcohol und Schwefelkohlenst. (1,000)				Glycerin u. Wasser (1,125)			
38	7,5	601	7,5	601	9,5	481	10	451
36	15	646	15	646	20	484	20	484
34	23,5	659	23	673	31,5	491	32	481
32	34	659	33,5	662	45,5	487	46	482
28	62	642	61	652	82,5	482	83	479
26	85	613	84	622	109	479	110	475
	Quittenschleim, dünn				Quittenschleim, dick			
38	9	508	8,5	537	8,5	537	9	508
36	19	510	18,5	542	18,5	524	19	510
34	30	516	30	516	30	516	30	516
32	42	528	42,5	522	42,5	522	42	528
28	76,5	520	76,5	520	76,5	520	76	523
26	101	517	101	517	101	517	101	517
	Stärkekleister							
38			9	508	9	508		
36			19	510	18,5	524		
34			29	534	29	534		
32			42	528	42,5	522		
28			76	523	76	523		
26			100	523	100	523		

Die in den vorstehenden Tabellen aufgeführten Werthe von c stimmen im Allgemeinen hinreichend unter einander überein, nur der erste und der letzte fällt meist zu klein aus; der erste, weil der Zustand noch kein ganz stationärer geworden ist, der letzte, weil die Temperatur des Bades in der Nähe des Glasrohres sich, wie früher besprochen, merklich geändert hat. Ich habe deshalb zur Herstellung von Mittelwerthen immer die vier mittelsten Beobachtungen benützt, also in der Gruppe I die bei 8, 10, 12 und 14°, bei Gruppe II die bei 36, 34, 32 und 28°. Für jede der der Untersuchung unterworfenen Flüssigkeiten habe ich je zwei Beobachtungsreihen, für Wasser je vier, angestellt und theile unten die Mittelwerthe für c aus jeder Reihe, und dann das Mittel für beide (bez. die vier) Reihen mit. Zunächst beziehen sich die Beobachtungen auf zehn Flüssigkeiten. Für die höheren Temperaturen musste der Aether selbstverständlich von der Betrachtung ausgeschlossen bleiben. Von den besseren zu den schlechteren Wärmeleitern fortschreitend ordnen sich diese Flüssigkeiten in beiden Gruppen so:

I.

zwischen 8 und 14°.

Quecksilber			1079	1054	Mittel: 1066
Schwefelkohlenstoff			515	511	513
Chloroform			477	465	468
Aether			466	464	465
Wasser	413	411	414	414	413
Benzin			404	414	409
Schwefelsäure			376	376	376
Alcohol			360	360	360
Glycerin			339	340	340
Olivenöl			269	262	266

II

zwischen 36 und 28°.

Quecksilber			1299	1321	Mittel: 1310
Schwefelkohlenstoff			738	738	738
Wasser	661	661	663	663	662
Chloroform			655	641	648
Benzin			593	593	593
Alcohol			574	566	570
Schwefelsäure			451	451	451
Glycerin			387	385	386
Olivenöl			305	312	308

Was zunächst die Leitungsfähigkeit des Quecksilbers betrifft, so erscheint dieselbe nur etwa doppelt so gross, wie die des Schwefelkohlenstoffs, was unmöglich richtig seiu kann. Der Grund hierfür liegt wohl darin, dass Quecksilber die Glaswände nicht benetzt, dass also zwischen Glas und Quecksilber sich zwei isolirende Luftschichten befinden. Auf solche, das Glas nicht benetzende Flüssigkeiten ist die Methode nicht anwendbar. Von den übrigen Flüssigkeiten sind ausser Wasser Glycerin, Alcohol uud Chloroform von Guthrie, Schwefelkohlenstoff, Alcohol und Glycerin von Winkelmann untersucht worden. Nach Guthrie würde Chloroform der schlechteste aller Leiter sein, Glycerin dem Wasser nahe stehen und Alcohol seinen Platz zwischen beiden finden, was weder zu meinen Versuchen in Gruppe I noch in Gruppe II passt; dagegen giebt Winkelmann ganz dieselbe Reihenfolge an, welche ich fand. Da seine Versuche bei niederer Temperatur angestellt wurden, so entsprechen sie meiner Gruppe I. Ich habe schon oben bemerkt, dass meine Versuche nicht den Anspruch machen, die wahren Werthe für die Leitungsfähigkeiten zu liefern, sondern nur zu zeigen, welche Flüssigkeit die besser leitende ist und durch welche Umstände sie besser oder schlechter leitend wird. Wenn ich

dennoch meine Zahlen für die eben genannten Flüssigkeiten in die von Winkelmann angewandte Einheit übersetze, so würden sie sich so ergeben:

	Winkelmann.	Bz.
Schwefelkohlenstoff	0,002003	0,001912
Wasser	0,001540	0,001540
Alcohol	0,001506	0,001342
Glycerin	0,000748	0,001267

Die Reihenfolge der aufgeführten Flüssigkeiten ist in beiden Gruppen nicht die gleiche. Während zwischen 8 und 14° Chloroform ein weit besserer Leiter ist, als Wasser, leitet es zwischen 36 und 28° etwas schlechter und während Alcohol in der ersten Gruppe schlechter leitet, als Schwefelsäure, übertrifft er dieselbe an Leitungsvermögen in der zweiten beträchtlich. Dem entsprechend sieht man in Tabelle I die Werthe von c für Chloroform mit wachsender Temperatur, und in Tabelle II die Werthe von c für Alcohol mit sinkender Temperatur abnehmen, während man weder für Wasser, noch für Schwefelsäure ähnliche Regelmässigkeiten wahrnehmen kann. Die beigegebenen Curventafeln Fig. 2 und 3 vergegenwärtigen den Gang der Erwärmung oder Abkühlung und lassen namentlich die eben erwähnte Veränderung in der Reihenfolge der Leitungsfähigkeiten übersehen.

Was nun den Zusammenhang zwischen der Reihenfolge der Leiter und ihren sonstigen physikalischen Eigenschaften betrifft, so bemerkt man sogleich, dass die leichtflüssigen: Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Aether an Leitungsfähigkeit den schwerer flüssigen voran stehen. Am schlechtesten würden in dieser Beziehung in der That Olivenöl, Glycerin, concentrirte Schwefelsäure leiten, während Wasser ungefähr die Mitte zwischen guten und schlechten Leitern hielte. Nur der Alcohol bequemt sich diesem Gesetze nicht an, er verhält sich wie ein schwerflüssiger Körper. Irgend eine andere

seiner physikalischen Eigenschaften muss ihm diese schlechte Leitungsfähigkeit verleihen. Wenn man die specifischen Wärmen der aufgeführten leichtflüssigen Körper mit Hilfe der Regnaultschen Interpolationsformeln für die Temperatur 20° berechnet und mit Zugrundlegung der oben angegebenen specifischen Gewichte auf gleiche Volumina bezieht, so erhält man folgende Zahlen:

Schwefelkohlenstoff	0,301
Chloroform	0,347
Aether	0,387
Benzin	0,272
Alcohol	0,459

Hier steht allerdings Alcohol auch am Ende der Reihe; im Uebrigen aber ist keine Analogie zwischen dieser Reihe und der der Leitungsfähigkeiten zu finden. Die von Tyndall[5]) angegebene Reihenfolge, in welcher die Flüssigkeiten die in sie eindringenden Wärmestrahlen absorbiren, ist folgende:

Schwefelkohlenstoff	8,4 p C.
Chloroform	25,6
Benzin	55,7
Aether	73,5
Alcohol	78,6
Wasser	86,1

Auch hier stehen die bestleitenden Schwefelkohlenstoff und Chloroform oben, Alcohol fast unten an, aber das Wasser findet eine ganz falsche Stelle. Immerhin schien mir zu der Vermuthung Veranlassung gegeben, dass die Durchwärmigkeit der Flüssigkeiten die Bestimmung der Leitungsfähigkeiten ganz illusorisch machen könnte. Ich färbte deshalb Alcohol mit Cyanin tief blau, und untersuchte die

5) Philos, Traus. 1864. p. 327.

Abkühlungsgeschwindigkeit dieser Lösung. Dieselbe findet sich aus

Tab. I.	357	357	Mittel	357
Tab. II.	570	570		570

während für farblosen Alcohol bezüglich 360 und 570 gefunden war. Man bemerkt also gar keinen Unterschied im Leitungsvermögen. Nun kann man freilich einwenden, Cyaninlösung lasse einen schmalen Streifen rother Strahlen hindurchgehen, welche vorzugsweise die wärmenden sein könnten; aber die weiter unten aufgeführten Messungen an Alaun- und Kupfersalzlösungen, welche die weniger brechbaren Strahlen ganz absorbiren, zeigen, dass auch dadurch in dem Leitungsvermögen der Flüssigkeiten dem von farblosen Lösungen gegenüber kein bemerkbarer Unterschied eintritt. Nur in Bezug auf den sehr stark durchwärmigen Schwefelkohlenstoff dürfte die Vermuthung gerechtfertigt sein, dass die Durchstrahlung sein Leitungsvermögen doch grösser erscheinen lässt, als es ist. Jedenfalls müssen es andere physikalische Eigenschaften sein, welche in ihrer Gesammtwirkung den Alcohol unter die schlechtleitenden Flüssigkeiten stellen.

Was nun den augenscheinlichen Einfluss der grösseren oder kleineren Beweglichkeit der Flüssigkeiten auf ihre Leitungsfähigkeit betrifft, so liegt der Gedanke nahe, dass die Wärmefortpflanzung in flüssigen Körpern überhaupt nur durch Strömungen stattfinde. Freilich können bei der von Narr, Stefan, Winkelmann und mir angewandten Art der Erwärmung, bei welcher die eine Wandfläche ihrer ganzen Ausdehnung nach die eine, die andere Wandfläche ebenfalls ihrer ganzen Ausdehnung nach die andere Temperatur hat, nicht Strömungen entstehen wie in einer von unten her erwärmten Flüssigkeitsmasse, wohl aber solche, wie in der Luft eines zwischen einer warmen und einer

kalten Wand liegenden Kamins. Die Flüssigkeit kann an der wärmeren Wand auf-, an der kälteren absteigen. Bei dem engen Raume, der hier zur Bewegung freigegeben ist, sind allerdings starke Strömungen nicht zu erwarten. Ich füllte indess doch, um mich durch den Versuch von dem wahren Vorgange zu überzeugen, den Raum zwischen den Röhren meines Apparates mit Wasser, in welchem ich Semen lycopodii vertheilt hatte, und richtete dann ein Mikroscop mit grosser Focaldistanz (bei 30 maliger Vergrösserung) auf die Mitte des Glasrohres. Man sah dann den Staub sich zum Theil nach oben, zum Theil nach unten bewegen, während ein dritter Theil suspendirt blieb. War Ruhe eingetreten, so wurde 50° warmes Wasser in das innere Rohr gegossen. Sogleich begannen die Staubtheilchen sich zu bewegen und zwar die der kalten Aussenwand näher liegenden nach unten, die dem warmen Rohre näher liegenden nach oben. Durch Verschiebung der Mikroskops waren beide leicht von einander zu unterscheiden, da man nie beide gleichzeitig deutlich sehen kann. In der That also findet eine solche Strömung statt, welche einen Theil des Wärmeaustausches übernehmen kann; es fragt sich nur, wie gross dieser Antheil ist. Um das zu erfahren, machte ich das Wasser unbeweglich durch Beimischung von Quittenschleim oder von Stärkemehl. Schon eine dünne Quittenschleimlösung zeigte keine Bewegung mehr; einer dicken, welche nur durch Coliren gereinigt war, brauchte gar kein fremder Körper beigemengt zu werden; die pflanzlichen Reste dienten sehr gut als Zeiger für eine etwa eintretende Bewegung. Beim Eingiessen des warmen Wassers in das innere Rohr blieb alles ruhig. Der Apparat wurde ferner mit Wasser gefüllt, in welchem Stärkemehl fein vertheilt war und dann bis zur Siedtemperatur erhitzt, so dass sich ein ganz homogener Kleister bildete, der nach dem Erkalten völlig steif war. Alle drei Substanzen, dünner Quittenschleim, dicker

Quittenschleim und Stärkekleister wurden nun auf ihr Leitungsvermögen untersucht; c wurde gefunden nach Tabelle

I.

dünner Quittenschleim	408	410	Mittel	409
dicker „ „	413	410		411
Stärkekleister	410	409		410

II.

dünner Quittenschleim	518	520	Mittel	519
dicker „ „	519	520		519
Stärkekleister	524	526		525

gegen Wasser nach Tabelle I = 413
Tabelle II = 662

Bei niederer Temperatur war also das Beimischen der Stoffe, welche die Beweglichkeit des Wassers hinderten, fast gleichgiltig, sogar der Ersatz des Wassers durch Stärkekleister ändert fast nichts an dessen Leitungsfähigkeit, dieselbe kann also nur in sehr geringem Maasse auf Rechnung vorhandener Strömungen geschrieben werden. Die eigenthümliche Leitungsfähigkeit bleibt dem Wasser, auch wenn ihm die Möglichkeit für Erzeugung von Strömungen ganz genommen wird. Ganz anders ist die Erscheinung bei höherer Temperatur. Sobald die Beweglichkeit des Wassers beeinträchtigt wird, nimmt dessen Leitungsfähigkeit ab, ob aber dann die Consistenz noch nahezu die des Wassers oder die einer Gallerte ist, ist wiederum fast gleichgiltig. Ebensowenig wie bei niederer Temperatur dürften nun aber auch bei höherer die Strömungen eine wesentliche Rolle spielen, denn die Temperaturdifferenzen, um welche es sich hier handelt, sind auch nicht viel grösser wie im anderen Falle. Es ist vielmehr die Verschiebbarkeit der Molecüle gegen einander, welche durch die höhere Temperatur durchweg vergrössert wird, bei einer Flüssigkeit mehr, bei der andern

weniger, aber immer mit demselben Erfolge: mit einer Vergrösserung des Leitungsvermögen.

Es wäre hier der Ort, durch Vergleich der in den Tabellen I und II gegebenen Zahlen das Verhältniss zu ermitteln, in welchem die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten bei den Temperaturen unter 20° zu denen über 20° steht. Die Verhältnisse sind indess in beiden Versuchsreihen nicht symmetrisch. Es war mir darauf angekommen, die Flüssigkeiten bei möglichst hohen Temperaturen zu untersuchen und darum erwärmte ich sie um eine grössere Temperaturdifferenz, als ich sie abkühlte. Einige Versuche, welche ich unter ganz symmetrischen Verhältnissen über 20° anstellte, wie die in Tabelle I zusammengestellten ausgeführt sind, ergeben indess auch bedeutend grössere Werthe für c. Der Apparat wurde hier bis 39° erwärmt, dann abgetrocknet, bei 38° in Wasser von 20° getaucht und bei 36° die Zählung begonnen, die bis 24° fortgesetzt wurde. So wurden für Schwefelkohlenstoff, Wasser, Glycerin und Olivenöl folgende Zahlen erhalten:

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Schwefelkohlenstoff				Wasser			
34	9	644	9	644	10	580	10	580
32	18	693	18	693	21	595	20,5	609
28	42	717	42,5	708	49	614	49	614
26	60	711	61	698	70	608	70	608
24	88	684	88	684	102	590	103	584
	Glycerin				Olivenöl			
34	16,5	351	16,5	351	20	290	20	290
32	33,5	373	33,5	373	41,5	301	42	297
28	77,5	388	77,5	388	98	307	99	304
26	107,5	396	107,5	396	138	308	139	306
24	151,5	397	151,5	397	194	310	195	308

Daraus ergeben sich die Mittelwerthe:

Schwefelkohlenstoff	707	700	Mittel	703
Wasser	606	610		608
Glycerin	386	386		386
Olivenöl	305	302		303

Die Zahlen in der vorstehenden Tabelle stimmen nicht so gut unter einander, wie die in Tabelle I; man merkt ihnen noch sehr den Einfluss des Anfangs- und des Endzustandes an. Selbstverständlich sind sie kleiner, als die für gleiche Temperaturdifferenzen in Tabelle II gegebenen; aber immer noch beträchtlich grösser, als die für gleiche Temperaturdifferenzen aber niederer Temperatur in Tabelle I. Das Leitungsvermögen der Flüssigkeiten ist also bei höherer Temperatur ein grösseres, als bei niederer, ein Satz, der schon von Guthrie ausgesprochen worden ist.

Die grösste Zahl meiner Versuche betrifft das Verhalten wässriger Lösungen; unter denselben befinden sich vorzugsweise solche leichtlöslicher Salze, namentlich Chloride, weil dieselben in recht verschiedenen Concentrationsgraden angewandt werden konnten. Der leichteren Uebersicht wegen bezeichne ich diese Concentrationsgrade in den nachfolgenden Tabellen ausser durch das specifische Gewicht der Lösung auch noch durch Beisatz der Zahlen 1, 2 und 3, so dass jedesmal mit 1 die verdünnteste Lösung bezeichnet wird. Ich ordne die Lösungen wieder nach der Grösse der Mittelwerthe für c und reihe auch das Wasser an der betreffenden Stelle mit ein:

I

zwischen 8 und 14°

Zinkchlorid 1	sp. G.:	1,132	436	436	Mittel:	436
Natriumchlorid 2		1,200	439	428		433
Calciumchlorid 2		1,345	430	431		431
Natriumchlorid 1		1,110	425	429		427

Kupferchlorid 2	sp. G.: 1,255	425	424	Mittel:	425
Calciumchlorid 1	1,128	421	427		424
Kupfernitrat 1	1,197	419	426		423
Eisenchlorid 1	1,126	422	421		421
Ammoniumkupfersulphat	1,086	416	414		415
Wasser		413	411		
		414	414		413
Zinkchlorid 2	1,310	411	409		410
Verd. Schwefelsäure 1	1,083	412	406		409
Kupferchlorid 1	1,125	407	407		407
Kupfernitrat 2	1,455	401	408		404
Verd. Schwefelsäure 2	1,496	408	400		404
Eisenchlorid 2	1,244	392	386		389
Zinkchlorid 3	1,870	372	369		370
Glycerinlösung	1,125	363	363		363

II

zwischen 36 und 28°

Natriumchlorid 1	sp. G.: 1,110	673	663	Mittel:	668
Kupferchlorid 1	1,125	669	664		666
Wasser		661	661		
		663	663		662
Kupfernitrat 1	1,197	662	661		662
Alaun	1,046	661	659		660
Zinkchlorid 1	1,132	660	661		660
Ammoniumkupfersulphat	1,086	657	661		659
Eisenchlorid 1	1,126	655	661		658
Zinkchlorid 2	1,310	661	650		656
Natriumchlorid 2	1,200	650	648		649
Verd. Schwefelsäure 1	1,083	619	611		615
Calciumchlorid 1	1,128	610	603		606
Kupferchlorid 2	1,258	575	557		566
Kupfernitrat 2	1,455	559	566		563
Eisenchlorid 2	1,496	551	561		556

Calciumchlorid 2	sp. G.: 1,345	545	556	Mittel:	550
Verd. Schwefelsäure 2	1,496	522	526		524
Glycerinlösung	1,125	486	481		484
Zinkchlorid 3	1,870	447	443		445

Wiederum bieten beide Tabellen ein ganz verschiedenes Bild. Bei niederer Temperatur gewinnt zunächst das Wasser durch Beimischung eines Salzes im Allgemeinen an Wärmeleitungsvermögen. Alle verdünnte Lösungen, die von Zinkchlorid, Natriumchlorid, Calciumchlorid, Kupfernitrat, Eisenchlorid, Ammoniumkupfersulphat, leiten besser als Wasser. Nur Kupferchlorid scheint eine Ausnahme zu machen. Die höheren Concentrationsgrade leiten zunächst noch besser, als die niederen, so Natriumchlorid, Calciumchlorid, Kupferchlorid. Wird aber die Concentration zu gross, so sinkt das Leitungsvermögen wieder, wie bei Zinkchlorid, Kupfernitrat, Eisenchlorid. Die meisten Salze haben offenbar bei mittlerer Concentration ein Maximum der Leitungsfähigkeit; nur bei Natrium- und Calciumchlorid ist ein solches nicht wahrzunehmen. Mischungen von Wasser mit anderen Flüssigkeiten z. B. Schwefelsäure oder Glycerin stellen sich zwischen die Flüssigkeiten, aus denen sie gemischt sind.

Bei höherer Temperatur ist Wasser ein besserer Leiter als fast alle wässrige Lösungen. Nur die verdünnten Lösungen von Natriumchlorid und Kupferchlorid stehen etwas, aber auch nur etwas höher. Dagegen ordnen sich nach der Seite der schlechteren Leiter hin alle übrigen Lösungen nach dem Grade ihrer Concentration, so dass immer die concentrirtere Lösung schlechter leitet, als die verdünntere. Nach Guthrie sollen alle Salzlösungen zwischen 20 und 30° besser leiten als Wasser. Zinkvitriollösung fand auch Lundquist bei Temperaturen über 20° besser leitend, als Wasser; ich habe sie nicht untersucht, bemerke aber, dass auch er die verdünnte Lösung am besten leitend fand, die concentrirtere dem Wasser nahe gleich. Kochsalzlösung fand Lundquist

sowohl als Paalzow, der ganz concentrirte Lösung anwandte und dieselbe wenigstens stellenweis stark erwärmte, schlechter leitend als Wasser, ganz in Uebereinstimmnug mit meiner Erfahrung, während Winkelmann seine Kochsalzlösung von meiner Concentration 1 bei niederer Temperatur besser leitend fand als Wasser, ebenfalls so wie ich es gefunden habe. Das ganz veränderte Verhalten der Salzlösungen bei höherer Temperatur hängt wieder augenfällig mit der veränderten molecularen Beweglichkeit der Flüssigkeiten zusammen. Gerade wie die Beimischung von Quittenschleim oder Stärkemehl bei niederer Temperatur nur einen wenig verschlechternden Einfluss auf das Leitungsvermögen des Wassers ausübte, einen weit grösseren aber bei höherer Temperatur: so auch die Beimischung der Salze. Ich denke mir die Molecüle des Salzes wie Belastungen, welche die Bewegungen der Molecüle des Lösungsmittels um so mehr hemmen, je mehr ihrer vorhanden sind und je beweglicher das Lösungsmittel ist. Bei niederer Temperatur und geringerer Beweglichkeit des Lösungsmittels wird deshalb der schädliche Einfluss des Salzes erst merklich, wenn grosse Massen desselben vorhanden sind, bei höherer Temperatur bemerkt man diesen Einfluss sehr bald und wenn die Concentration bedeutend ist, so erreicht der Einfluss eine gewaltige Höhe, wie am besten die Concentration 3 des Zinkchlorids zeigt. Die Mischungen von Flüssigkeiten stellen sich auch bei höherer Temperatur zwischen ihre Bestandtheile.

Ich habe in die vorstehende Tabelle auch Alaunlösung, die sehr undurchwärmige, aufgenommen, die ich zwischen 6 und 14° nicht untersuchen konnte, weil das Salz auskrystallisirte. Sie zeigt trotz ihrer Undurchwärmigkeit ebensowenig etwas Abweichendes, wie die undurchwärmigen Kupferlösungen.

Endlich sind noch einige alkoholische und ätherische

Calciumchlorid 2	sp. G.:	1,345	545	556	Mittel: 550
Verd. Schwefelsäure	2	1,496	522	526	524
Glycerinlösung		1,125	486	481	484
Zinkchlorid 3		1,870	447	443	445

Wiederum bieten beide Tabellen ein ganz verschiedenes Bild. Bei niederer Temperatur gewinnt zunächst das Wasser durch Beimischung eines Salzes im Allgemeinen an Wärmeleitungsvermögen. Alle verdünnte Lösungen, die von Zinkchlorid, Natriumchlorid, Calciumchlorid, Kupfernitrat, Eisenchlorid, Ammoniumkupfersulphat, leiten besser als Wasser. Nur Kupferchlorid scheint eine Ausnahme zu machen. Die höheren Concentrationsgrade leiten zunächst noch besser, als die niederen, so Natriumchlorid, Calciumchlorid, Kupferchlorid. Wird aber die Concentration zu gross, so sinkt das Leitungsvermögen wieder, wie bei Zinkchlorid, Kupfernitrat, Eisenchlorid. Die meisten Salze haben offenbar bei mittlerer Concentration ein Maximum der Leitungsfähigkeit; nur bei Natrium- und Calciumchlorid ist ein solches nicht wahrzunehmen. Mischungen von Wasser mit anderen Flüssigkeiten z. B. Schwefelsäure oder Glycerin stellen sich zwischen die Flüssigkeiten, aus denen sie gemischt sind.

Bei höherer Temperatur ist Wasser ein besserer Leiter als fast alle wässrige Lösungen. Nur die verdünnten Lösungen von Natriumchlorid und Kupferchlorid stehen etwas, aber auch nur etwas höher. Dagegen ordnen sich nach der Seite der schlechteren Leiter hin alle übrigen Lösungen nach dem Grade ihrer Concentration, so dass immer die concentrirtere Lösung schlechter leitet, als die verdünntere. Nach Guthrie sollen alle Salzlösungen zwischen 20 und 30° besser leiten als Wasser. Zinkvitriollösung fand auch Lundquist bei Temperaturen über 20° besser leitend, als Wasser; ich habe sie nicht untersucht, bemerke aber, dass auch er die verdünnte Lösung am besten leitend fand, die concentrirtere dem Wasser nahe gleich. Kochsalzlösung fand Lundquist

sowohl als Paalzow, der ganz concentrirte Lösung anwandte und dieselbe wenigstens stellenweis stark erwärmte, schlechter leitend als Wasser, ganz in Uebereinstimmnug mit meiner Erfahrung, während Winkelmann seine Kochsalzlösung von meiner Concentration 1 bei niederer Temperatur besser leitend fand als Wasser, ebenfalls so wie ich es gefunden habe. Das ganz veränderte Verhalten der Salzlösungen bei höherer Temperatur hängt wieder augenfällig mit der veränderten molecularen Beweglichkeit der Flüssigkeiten zusammen. Gerade wie die Beimischung von Quittenschleim oder Stärkemehl bei niederer Temperatur nur einen wenig verschlechternden Einfluss auf das Leitungsvermögen des Wassers ausübte, einen weit grösseren aber bei höherer Temperatur: so auch die Beimischung der Salze. Ich denke mir die Molecüle des Salzes wie Belastungen, welche die Bewegungen der Molecüle des Lösungsmittels um so mehr hemmen, je mehr ihrer vorhanden sind und je beweglicher das Lösungsmittel ist. Bei niederer Temperatur und geringerer Beweglichkeit des Lösungsmittels wird deshalb der schädliche Einfluss des Salzes erst merklich, wenn grosse Massen desselben vorhanden sind, bei höherer Temperatur bemerkt man diesen Einfluss sehr bald und wenn die Concentration bedeutend ist, so erreicht der Einfluss eine gewaltige Höhe, wie am besten die Concentration 3 des Zinkchlorids zeigt. Die Mischungen von Flüssigkeiten stellen sich auch bei höherer Temperatur zwischen ihre Bestandtheile.

Ich habe in die vorstehende Tabelle auch Alaunlösung, die sehr undurchwärmige, aufgenommen, die ich zwischen 6 und 14^0 nicht untersuchen konnte, weil das Salz auskrystallisirte. Sie zeigt trotz ihrer Undurchwärmigkeit ebensowenig etwas Abweichendes, wie die undurchwärmigen Kupferlösungen.

Endlich sind noch einige alkoholische und ätherische

Lösungen untersucht worden. Sie gaben folgende Werthe für c:

I

zwischen 6 und 14°

Schwefelkohlenstoff sp. G.:	1,272	515	511	Mittel:	513
Aether	0,724	466	464		465
Alcohol u. Schwefelkohlenst.	1,257	386	386		386
Alcohol	0,804	360	360		360
Kupferchlorid in Alcohol 1	0,828	344	344		344
Eisenchlorid in Aether	0,931	327	327		327
Kupferchlorid in Alcohol 2	0,892	325	328		326
Eisenchlorid in Alcohol	0,893	327	318		322

II

zwischen 36 und 28°

Schwefelkohlenstoff	738	738	Mittel:	738
Alcohol und Schwefelkohlenst.	652	658		655
Alcohol	574	566		570
Kupferchlorid in Alcohol 1	544	563		553
Eisenchlorid in Alcohol	535	528		531
Kupferchlorid in Alcohol 2	528	523		526

Auch hier treten die Salze nur als Belastungen auf und hindern die Beweglichkeit des Lösungsmittels. In dem einen Falle, in welchem verschiedene Concentrationen untersucht wurden, giebt auch die stärkere wieder den schlechteren Leiter und der Aether, der einer der besten Wärmeleiter unter den Flüssigkeiten ist, giebt mit Eisenchlorid eine Lösung, welche schlechter leitet, als Glycerin. Die Mischung von Alcohol und Schwefelkohlenstoff steht in Bezug auf ihr Leitungsvermögen bei niederer und bei höherer Temperatur wieder zwischen Alcohol und Schwefelkohlenstoff.

Es würde nicht unmöglich sein, meinem Apparat eine Gestalt zu geben, in welchem er sich auch zur absoluten Bestimmung des Wärmeleitungsvermögens der Flüssigkeiten eignete; mir schien es indess vor Allem wünschenswerth, einige allgemeinere Gesichtspunkte über diesen Gegenstand festzustellen und die Gründe für die Abweichungen aufzusuchen, welche zwischen den Angaben verschiedener Forscher vorhanden waren. Grösstentheils ist mir das wohl gelungen; weshalb die von Guthrie erhaltenen Resultate so ganz abweichend sind, weiss ich allerdings nicht zu sagen.

Als Hauptergebniss aber geht wohl aus meinen Versuchen hervor, dass die Erscheinungen der Wärmeleitung in Flüssigkeiten ebenso auf mechanischen Molecularvorgängen, auf Reibungserscheinungen, beruhen, wie nach den Untersuchungen von F. Kohlrausch [6]) die Erscheinungen der electrolytischen Leitung.

---

6) Wiedemann Ann. VI. p. 1. 1879.

Berichtigung.

Pag. 91 Zeile 7 v. o. lies: 30 statt 28.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom physikalischen Verein in Frankfurt a. M.:

Jahresbericht für 1876—77. 1878. 8°.

Vom Verein für Erdkunde zu Leipzig:

Mittheilungen. 1877. 1878. 8°.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 30. 1878. 8°.

Von der physicalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im J. 1873. XXIX. Jahrg. 1877—78. 8°.

Vom Verein für Naturkunde in Offenbach:

15. und 16. Bericht für die Jahre 1873—75. 1876. 8°.
17. und 18. Bericht vom Mai 1875—Mai 1877. 1878. 8°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Verhandlungen. 1878. 1878. 4°.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. VIII. 1878. 8°.

Vom k. preuss. geodätischen Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten im J. 1877. 1878. 4°.

Von der k. b. landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1877—78. Freising 1878. 8°.

Von der schweizerischen geologischen Commission in Bern:

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. XIII. Lieferung, nebst einer Carte des Alpes Vaudoises, par Renevier. 1878. 4°.

Von der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. N. F. Bd. XII. Jahrg. 1875. 1877. 4°.

Vom Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. Bd. 18. Jahrg. 1877—78. 1878. 8°.

Von der Naturforscher-Gesellschaft in Dorpat:

Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands.
I. Serie Bd. VIII. Heft 3.
II. „ „ VII. „ 4. Band VIII. Heft 1. 2.
1877—78. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

63. Jahresbericht. 1877. 1878. 8.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über die Thätigkeit während d. J. 1876—77. 1878. 8°.

Vom Verein für Naturkunde zu Cassel:

Uebersicht der bisher in der Umgegend von Cassel beobachteten Pilze, von H. Eisenach. 1878. 8.

Von der geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XX. (Neue Folge Bd. X) 1877. 1877. 8°.

Von der Ministerial-Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

a) Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten. Jahrg. 1877. 1878. Heft I. Berlin 1878. qu. 4°.
b) Biologische Beobachtungen bei künstlicher Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee, von H. A. Meyer. Berlin 1878. 8°.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

Ensaye sobre los depósitos metaliferos de Chile, por Ignacio Domeyko. 1876. 8°.

Von der Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 87. 1878. 4°.

Von der Académie de médecine in Paris:

a) Bulletin. III. Série. 1868—73. 8°.
b) Bulletin 1878. 1879. Nr. 1. 1878. 8°.
c) Annuaire. Octobre 1862. 1862. 8°.

Von der Staats-Ackerbaubehörde in Columbus, Ohio:

31. Jahresbericht f. d. J. 1876. 1877. 8°.

Von der Society of natural History in Boston:

Proceedings. Vol. XIX. 1877. 8°.

Vom Essex Institute in Salem:

Bulletin. Vol. 9. 1877. 1877. 8°.

Von der Società crittogamologica Italiana in Mailand:

Atti. 1878. gr. 8°.

Von der Royal Society of Tasmania in Hobart Town:

Papers and Proceedings for 1876. Tasmania 1877. 8⁰.

Von der Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

The Indian Meteorologists' Vade-mecum, by Henry F. Blanford. Part I. 1876—77. 8⁰.

Vom Astronomical Observatory of Harvard College in Cambridge, Mass:

Annals. Vol. IX. Leipzig 1878. 4⁰.

Von der Zoological Society in London:

a) Proceedings. 1878. 8⁰.
b) Transactions. Vol. X. Part 6. 1878. 4⁰.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Avril et Nov. 1878. 1878. 8⁰.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 440. 442. 1878. gr. 8⁰.

Vom Verein böhmischer Mathematiker in Prag:

a) Casopis pro pěstování mathematiky. Bd. VI. 1876—77. 8⁰.
b) Archiv mathematiky. Tom. II. 1876—77. 8⁰.
c) Casopis. Bd. VII. 1877. 8⁰.

Von der Società Adriatica di Scienze naturali in Triest:

Bolletino. Vol. IV. 1878. 8⁰.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 1878. 1878. 8⁰.

Vom U. S. Naval Observatory in Washington:

Instructions for observing the total Solar Eclipse of July 29, 1878. 1878. 4⁰.

Von der Ministerial-Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

a) Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten. Jahrg. 1877. 1878. Heft I. Berlin 1878. qu. 4°.
b) Biologische Beobachtungen bei künstlicher Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee, von H. A. Meyer. Berlin 1878. 8°.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

Ensaye sobre los depósitos metaliferos de Chile, por Ignacio Domeyko. 1876. 8°.

Von der Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 87. 1878. 4°.

Von der Académie de médecine in Paris:

a) Bulletin. III. Série. 1868—73. 8°.
b) Bulletin 1878. 1879. Nr. 1. 1878. 8°.
c) Annuaire. Octobre 1862. 1862. 8°.

Von der Staats-Ackerbaubehörde in Columbus, Ohio:

31. Jahresbericht f. d. J. 1876. 1877. 8°.

Von der Society of natural History in Boston:

Proceedings. Vol. XIX. 1877. 8°.

Vom Essex Institute in Salem:

Bulletin. Vol. 9. 1877. 1877. 8°.

Von der Società crittogamologica Italiana in Mailand:

Atti. 1878. gr. 8°.

Von der Royal Society of Tasmania in Hobart Town:

Papers and Proceedings for 1876. Tasmania 1877. 8⁰.

Von der Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

The Indian Meteorologists' Vade-mecum, by Henry F. Blanford. Part I. 1876—77. 8⁰.

Vom Astronomical Observatory of Harvard College in Cambridge, Mass:

Annals. Vol. IX. Leipzig 1878. 4⁰.

Von der Zoological Society in London:

a) Proceedings. 1878. 8⁰.
b) Transactions. Vol. X. Part 6. 1878. 4⁰.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Avril et Nov. 1878. 1878. 8⁰.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 440. 442. 1878. gr. 8⁰.

Vom Verein böhmischer Mathematiker in Prag:

a) Casopis pro pěstování mathematiky. Bd. VI. 1876—77. 8⁰.
b) Archiv mathematiky. Tom. II. 1876—77. 8⁰.
c) Casopis. Bd. VII. 1877. 8⁰.

Von der Società Adriatica di Scienze naturali in Triest:

Bolletino. Vol. IV. 1878. 8⁰.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 1878. 1878. 8⁰.

Vom U. S. Naval Observatory in Washington:

Instructions for observing the total Solar Eclipse of July 29, 1878. 1878. 4⁰.

Vom Observatorio de marina de San Fernando bei Cadiz:

Almanaque nautico para 1879. Madrid 1878. 8°.

Von der Société Linnéenne in Bordeaux:

Extraits des Comptes-rendus. 1876—77. 8°.

Von der Reale Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Serie III. Classe di scienze fisiche. Vol. I. Dispensa 1. 2. 1877. 4°.

Von der Académie Royale de médecine de Belgique in Brüssel:

Mémoires couronnés. Collection in 8°. Tom. V. 1878. 8°.

Von der Société d'agriculture histoire naturelle et arts utiles in Lyon:

Annales. IV. Série. Tom. 9. 1876. 1877. 8°.

Von der Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 21. Sessione I. 1877. 1878. 4°.

Von der Sociedad cientifica Argentina in Buenos Aires:

Anales. Tomo VI. Entrega 5 and 6. 1878. 8°.

Von der Académie Royale des Sciences in Lissabon:

Chimica agricola por João Ignacio Ferreira Lapa. 1875. 8°.

Von der Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1878. 1878. 8°.

Vom Reale Istituto Lombardo di scienze in Mailand:

Memorie. Classe di scienze matematiche. Vol. XIV. 1878. 4°

Von der Sociedad de geografia in Maxico:

Boletin. Tom. IV. 1878. 1878. 8°.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino. Anno 1878. Nr. 7 Nr. 8. 1878. 8°.

Von der Société malacologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XI. Année 1876. 1877. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. 21. Jahrg. 1876, 4 Hefte.
22. Jahrg. 1874, 4 Hefte. 1876—77. 8°.

Von der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Jena:

Denkschriften. Bd. II. 1878. fol.

Von der Academy of natural Sciences in Davenport, Jowa:

Proceedings. Vol. II. Part. I. 1877. 8°.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. 24. 1877. Session extraordinaire. 1878. 8.

Von der Société geologique de Belgique in Liége:

Annales Tom. 4. 1877. 1877. 8.

Von der Societas pro Fauna et Flora fennica in Helsingfors:

Acta. 1875—77. 8°.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles Tom. XIII. 1878. 8°.

Von der Kgl. Natuurkundig Vereeniging in Nederlandsch-Indië in Batavia:

Natuurkundig Tydschrift. Deel. 35. 36. 37. 1875—77. 8°.

Von der Budapester Handels- und Gewerbekammer in Budapest:

Bericht über Gewerbe und Industrie für d. J. 1870—75. 1877. 8°.

Von der Academy of natural Sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1877. 1877. 8°.

Von der Redaction des American Journal in New Haven:

The American Journal of Science and Arts. Vol. XV Nr. 89. 90.
„ XVI Nr. 91. 92.
1878. 8°.

Von der Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters in Madison:

Transactions. Vol. III 1875—76. 1876. 8°.

Von der California Academy of Sciences in San Francisco:

Proceedings. Vol. VI. VII. 1876—77. 8°.

Von der American Philosophical Society in Philadelphia:

Catalogue of the American Philosophical Society Library. Part. III. 1878. 8°.

Von der Société d'histoire naturelle in Colmar:

Bulletin. 18ᵉ et 19ᵉ années. 1877—78. 1878. 8°.

Von der zoologischen Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. I. Leipzig 1878. 8°.

Von der Library of Harvard University in Cambridge, Mass:

Bibliographical Contributions. Edited by Justin Winsor. 1878. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Schleswig-Holstein in Kiel:

Schriften. Bd. III. 1878. 8°.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

a) Denkschriften. Mathem.-naturwiss. Classe. Bd. 37. 1877. 4°. Bd. 35. u. 38. 1878. 4°.

b) Sitzungsberichte. Mathem.-naturw. Classe.

I. Abth. Bd. 75 Heft 1—5.
„ 76 „ 1—5.
„ 77 „ 1—4.
II. Abth. „ 75 „ 1—5.
„ 76 „ 1—5.
„ 77 „ 1—3.
III. Abth. „ 74 u. 75. 1877. 8°.
„ 76 Heft 1—5. 1878. 8°.

Vom naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 34. u. 35. Jahrg. 1877—78. 8°.

Von der Sternwarte in Dorpat:

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Dorpat im J. 1876. XI. Jahrg. Bd. 3 Heft 1. 1878. 8°.

Vom Verein für siebenbürgische Landeskunde in Hermannstadt:

Die Ernteergebnisse auf dem ehemaligen Königsboden 1870—74, bearb. von Mart. Schuster 1878. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg:

Verhandlungen. Neue Folge II. 1878. 8°.

b) Illustrations of Cretaceous and Tertiary Plants of the Western Territories of the United States. 1878. 4°.

c) Bulletin of the U. S. Geological Survey of the Territories. Vol. IV. 1878. 8°.

d) Miscellaneous Publications Nr. 9. Descriptive Catalogue of Photographs of North American Indians, by W. H. Jachson. 1877. 8°.

e) Preliminary Report of the Field Work of the U. S. Geological Survey of the Territories for the season of 1877. 1877. 8°.

Vom Herrn I. M. Toner in Washington:

Address before the Rocky Mountain medical association containing some observations on the Geological Age of the World. 1877. 8°.

Vom Herrn Paul La Cour in Kopenhagen:

La roue phonique. 1878. 8°.

Von den Herren George J. Brush und Edw. S. Dana in New Haven:

On a new and remarkable mineral Locality in Fairfield County, Connecticut. 1878. 8°.

Vom Herrn Baron Ferd. von Müller in Melbourne:

The organic Constituents of Plants, by G. C. Wittstein, translated by Baron Ferd. von Müller. 1878. 8°.

Vom Herrn E. Bertherand in Alger:

Leçons cliniques sur les maladies du coeur par P. F. da Costa Alvarenga, trad. du partugais par E. Bertherand. Lisbonne 1878. 8°.

Vom Herrn Paul Frederic Reinsch in Boston:

Contributiones ad Floram algarum aquae dulcis promontorii bonae spei. London 1878. 8°.

Vom Herrn Agostino Todaro in Palermo:

a) Relazine sulla cultura dei cotoni in Italia. Roma 1877—78. 4° mit Atlas in folio.
b) Se le querce conoscinte in commercio coi nomi di Farnia e di Rovere nascono in Sicilia. 1878. 8°.

Vom Herrn R. Fresenius in Wiesbaden:

a) Analyse des Kaiser-Brunnens in Bad Ems. 1878. 8.
b) Chemische Untersuchung der warmen Quellen zu Schlangenbad. 1878. 8°.
c) Chemische Untersuchung der Hunyadi János Bittersalz-Quellen in Budapest 1878. 8°.

Vom Herrn A. Favre in Genf:

Sur une défense d'éléphant trouvée près de Genève. 1878. 8°.

Vom Herrn Berlitzheimer in New-York:

A few brief Extraits of the Dynamic Algebra. 1878. 8°.

Vom Herrn F. V. Hayden U. S. Geologist in Washington:

a) Miscellaneous Publications. Nr. 10. 1878. 8°.
b) First annual Report of the U. S. Entomological Commission for the year 1877 relating to the Rocky Mountain Locust. 1878. 8°.
c) Geological and Geographical Atlas of Colorado. 1877. fol.

Vom Herrn Giovanni Luvini in Turin:

a) Intorno alla induzione elettrostatica sperienze e ragionamenti. Firenze 1878. 8°.
b) Una sperienza di magnetismo. Firenze 1878. 8°.

Vom Herrn Antonio Stoppani in Mailand:

Carattere marino dei grandi anfiteatri morenici dell' Alta Italia. 1878. 4°.

Vom Herrn B. Loewenberg in Paris:

Les tumeurs a dénoïdes du pharynx nasal. 1878. 8°.

Vom Herrn Michele Stefano de Rossi in Rom:

Il Microfono nella meteorologia endogena. 1878. 8°.

Vom Herrn S. A. Miller in Cincinnati:

Description of eight new Species of Holocystites. 1878. 8°.

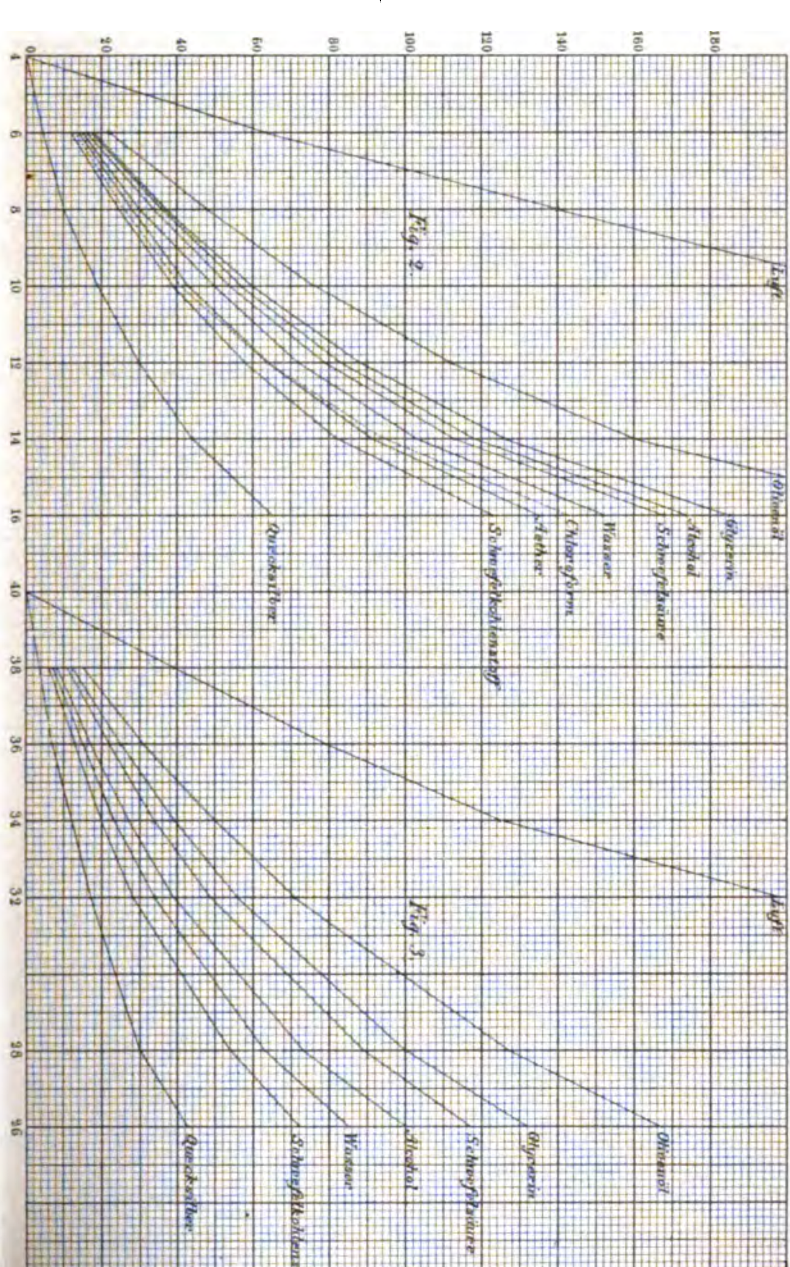
Vom Herrn E. Plantamour in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1877 pour Genève et le Grand Saint Bernard. 1878. 8°.

Vom Herrn Louis Pierre Matton in Lyon:

Polysecteur et Polysectrices. 1878. 4°.

Fig. 1


Fig. 2.
Luft
Olivenöl
Glycerin
Alcohol
Schwefelsäure
Wasser
Chloroform
Aether
Schwefelkohlenstoff
Quecksilber
Fig. 3.
Luft
Olivenöl
Glycerin
Schwefelsäure
Alcohol
Wasser
Schwefelkohlenst.
Quecksilber


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

Oeffentliche Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 120. Stiftungstages
am 28. März 1879.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr v. Kobell trug nachstehende Nekrologe vor:

1) Ernst Freiherr von Bibra.

Geb. 1806 am 9. Juni zu Schwebheim in Unterfranken.
Gest. 1878 am 5. Juni zu Nürnberg.

Bibra studirte anfangs Jura in Würzburg, trieb aber später, theils auf seinem Landgut Schwebheim, theils in Nürnberg wohnend, naturhistorische, besonders chemische Studien. Seine Arbeiten erstreckten sich auf das Gebiet der organischen und unorganischen Chemie. Sie sind sämmtlich, auf die Geschichte des Gegenstandes und die Vorarbeiten Anderer eingehend, mit grossem Fleisse durchgeführt und umfassen viele Hundert Analysen. Es sind hervorzuheben: die Abhandlung über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere mit Rücksicht auf ihre physiologischen und pathologischen Verhältnisse (1844), eine Arbeit, welche Berzelius als eine vortreffliche anerkannt hat und als einen wichtigen Beitrag zur chemischen Physiologie wie zur Zoologie. Ferner die Untersuchungen über das Gehirn an menschlichen Individuen verschiedenen Alters, an mehreren Säugethieren und Vögeln, und anschliessend seine zahl-

reichen Forschungen über das Rückenmark und die Nerven, sowie über das Muskelfleisch, über verschiedene Eiterarten, über Leber und Galle. Auch die Haare und die Hornsubstanz verschiedener Thiere zog er in den Kreis seiner chemischen Arbeiten. Bei Bestimmung ihres Schwefelgehaltes fand er unter andern, dass sich derselbe, wie in frischen Haaren, auch in solchen von Schädeln der altperuanischen Raçe und einer vor mehr als tausend Jahren verschwundenen Raçe aus Bolivien erhalten habe. — Vielfache Untersuchungen beschäftigten ihn über die narkotischen Genussmittel und ihre ungeheuere Verbreitung und Anwendung, so über den Kaffee, Thee, Chokolade und ähnliche Producte, über die Benützung des Fliegenschwammes bei den Tungusen und Kamtschadalen, über die peruanische Coca und über das Opium. Ausführlich behandelt sind weiter die Artikel über den indischen Hanf, das Haschisch und über den Tabak. Bibra hat über die Wirkungen der Opium- und Haschisch-Narkose an sich selbst Versuche angestellt. Er bespricht die wirksamen Grundlagen, welche die Chemie aus den narkotischen Genussmitteln isolirt hat, ihren guten und schlimmen Eigenschaften und zeigt mit historischen Nachweisungen, dass sie, gehörig angewendet, als ein schätzbares Bedürfniss der Menschheit zu achten seien. Diese Arbeiten füllen ein ganzes Buch, welches reich an interessanten Citaten ist und vielfach den genialen Humor des Verfassers bekundet. — Einen ansehnlichen Band publicirte er über die chemischen Verhältnisse der Cerealien, welche vorzugsweise dem Menschengeschlecht zur Nahrung dienen, und über das Brod. Dieser umfassenden Arbeit ist eine historische Skizze des Getraidbau's vorangeschickt, welche von den ältesten Zeiten bis in die Neuzeit fortgeführt ist und ferner eine botanische Uebersicht der behandelten Getraide. Man muss den Fleiss bewundern, mit welchem Bibra das betreffende Material gesammelt und geordnet hat. Es folgen dann ausführliche

Untersuchungen und Aschenanalysen von Waizen, Roggen, Gerste, Hafer, Reis etc. — Der Artikel über das Brod verbreitet sich über dessen Bereitung, die chemischen Vorgänge beim Backen, die Bestimmungen der Mischungstheile. — Wie die vorhergehenden Arbeiten sind auch seine Untersuchungen über die Broncen und Kupferlegirungen der alten Völker und der Neuzeit durchgeführt mit Rücksicht auf die Geschichte dieser metallischen Compositionen. Er hat dazu über 200 Analysen angestellt.

Die Mineralchemie verdankt Bibra auch vielfache Bereicherung durch seine Analysen der Gesteine des Fränkischen Jura und sämmtlicher Sandsteinbildungen von der Grauwacke bis in das Gebiet der Kreideformation. Dergl. Analysen haben nicht das Anziehende solcher, welche von krystallisirten Individuen mit homogener Masse ein bestimmtes Gesetz erkennen lassen, das Material ist mehr oder weniger ein Gemenge, die Geognosie kann aber mit ihrer Hilfe Beobachtungen veranlassen und Schlüsse ziehen, welche für die Charakteristik und Verbreitung der Formationen sehr werthvoll sind. — Bibra hat im J. 1849 eine Reise nach Südamerika gemacht und die Kupfererze aus den Gruben der Algodon-Bai in Bolivien und das dortige Meerwasser analysirt, ebenso das vom Cap Horn, vom atlantischen Ocean und aus der Nordsee. — Die genannte Reise ist 1854 in 2 Bänden publicirt worden. — Für eine Abhandlung über die Krankheiten der Arbeiter in Zündholzfabriken erhielt er vom König von Preussen die goldene Medaille und den Monthyon'schen Preis. —

Neben den wissenschaftlichen Arbeiten hat Bibra auch mehrere Novellen geschrieben, deren Schauplatz zum Theil Südamerika und in welchen er nach Lust und Laune mit Talent die Feder geführt hat.

Dr. Heinrich Buff.

Geb. 1805 am 23. Mai zu Rödelheim in der Wetterau.
Gest. 1878 am 24. December zu Giessen.

Buff begann seine höheren Studien, die der physikalischen Chemie gewidmet waren, theilweise in Paris an der polytechnischen Schule unter Gaylussac, dann arbeitete er bei Liebig und Wöhler. Nachdem er einige Jahre mit Bunsen an der höheren Gewerbschule in Kassel thätig gewesen, ward er Professor der Physik an der Universität zu Giessen und in der Folge zum grossherzoglich-hessischen Geheimen Finanzrath ernannt.

Zu seinen ersten Arbeiten gehören chemische Untersuchungen über die Indigsäure und über das Indigharz und über das Phosphorwasserstoffgas. Anziehender aber waren ihm Forschungen im Gebiete der Electricität und der Electrolyse und mit Erfindung neu construirter Apparate wusste er oft schwierige Probleme der Wissenschaft zu enträthseln und klarzulegen. Er schrieb über das electrische Leitungsvermögen der Metalle, über die Electricität der Flamme, über die Volta'schen Fundamentalversuche und in mehreren Abhandlungen über das electrolytische Gesetz und electrochemische Zersetzungen. Die zahlreichen Untersuchungen wurden mit Verbindungen des Kupfers, Quecksilbers, Eisens, mit Molybdänsäure und Chromsäure angestellt. Im Zusammenhang besprach er und beschäftige ihn die Construction galvanischer Ketten, die Ursache ihrer Veränderlichkeit und die Ausführung constanter galvanischer Ketten. Mit Zamminer publicirte er eine wichtige Arbeit über die Magnetisirung von Eisenstäben durch den electrischen Strom und mit Wöhler hat er eine Reihe neuer Siliciumverbindungen dargestellt.

Zum Gebrauch für seine Vorlesungen hat er ein treffliches Buch „Grundzüge des chemischen Theils der Naturlehre" geschrieben, worin die physikalischen Lehren im Zu-

sammenhang mit den chemischen systematisch vorgetragen sind, auch hat er mit Kopp und Zamminer ein Lehrbuch der physikalischen und theoretischen Chemie publicirt, wo er den physikalischen Theil bearbeitete.

Buff hat sich unter den Physikern einen glänzenden Ruf erworben. Jugendliche Frische hat seine wissenschaftliche Thätigkeit bis zu seinen letzten Tagen begleitet.

Er wurde auf Liebig's Vorschlag zum auswärtigen Mitglied unserer Akademie ernannt.

Friedrich August v. Alberti.

Geb. 1795 am 4. Sept. zu Stuttgart.
Gest. 1878 am 12. Sept. in Heilbronn.

Alberti hat sich einen verdienten Ruf durch seine geognostischen Forschungen in den Flötzgebilden des Bunten Sandsteins, des Muschelkalk's und des Keuper's erworben. Er hat i. J. 1834 eine Monographie dieser Formationen geschrieben und betrachtet sie als ein zusammenhängendes Ganzes, welchem er die Benennung der Trias gegeben hat. — Ein umfassendes Werk hat er den salinischen Bildungen unter dem Titel „Halurgische Geologie" 2 Bde. 1852 gewidmet. Er hat diese Bildungen der Jetztzeit mit denen der Urzeit verglichen und ihre Unterschiede hervorgehoben mit Hinweisung auf das Vorkommen in verschiedenen Ländern, auf die salinischen und andere Mineralquellen, auf die Begleiter der Salzlager, die Gypse, Dolomite, Thone etc., sowie auf die oft vorkommenden Naphtaquellen und Kohlensäure-Exhalationen. Er bespricht und widerlegt die älteren Hypothesen über die Bildungen von Gyps, Steinsalz, Dolomit etc. und stellt die betreffenden chemischen Analysen zusammen.

Eine sorgfältige Untersuchung hat er über die Geognosie des Gebiets von Rottweil geführt und die Trias, sowie die Oolithen-Reihe mit dem Lias und Jurakalk an ver-

schiedenen Orten nachgewiesen, auch ihre zahlreichen Versteinerungen bestimmt. —

Alberti hat sich, indem er den Steinsalzbildungen seine wissenschaftliche Thätigkeit vorzugsweise widmete, auch anerkannte Verdienste um die Gründung der Saline Friedrichshall erworben, um das Auffinden der Steinsalzlager am obern Neckar, um die Saline Sulz etc. Er schrieb auch über das Salinenwesen in Deutschland, vorzüglich in pyrotechnischer Beziehung.

Alberti war Salinen-Verwalter in Friedrichshall bei Heilbronn, Bergrath und Ehrendoctor der Universität zu Tübingen. — Er war Ritter des Würtembergischen Kronordens und Komthur des Friedrichsordens.

Er war ein Mann von Geist und Witz und ein heiterer Sinn begleitete ihn bis an sein Ende.

Freiherr von Gorup-Besanez.

Geb. 1817 am 15. Jan. zu Gratz in Steyermark.
Gest. 1878 am 24. Nov. zu Erlangen.

Gorup-Besanez machte seine ersten Studien in Gratz und setzte sie fort in Wien und Padua. Im Jahre 1829 zog er nach München, wo er die Fächer Medicin und Chemie pflegte und sich dann dem Studium der letzteren Wissenschaft unter Buchner und später unter Wöhler's Leitung in Göttingen mit Vorliebe und Erfolg zuwandte. Seine weitere Thätigkeit entwickelte er als Privatdocent in Erlangen als Professor extraordinarius 1847 und Ordinarius 1855. Es war vorzüglich die physiologische Chemie, welche er zu seinen Forschungen ausersehen und zahlreich sind seine zoochemischen Analysen. Es sind hervorzuheben seine Arbeiten über die Galle, über den Kieselerdegehalt der Vogelfedern und in den Gebilden der Epidermis, über das Kreosot und seine Zersetzungsproducte, über die Oxydationswirkungen

des Ozon's auf Blut und Eiweiss, über die Verbreitung des Guanin's im Thierreich. Er hat ein Lehrbuch der zoochemischen Analyse geschrieben und ein Lehrbuch der unorganischen und organischen Chemie, welches mehrere Auflagen erlebt und durch die Klarheit der Behandlung der Gegenstände mit steter Berücksichtigung der neueren chemischen Theorieen allgemeine Anerkennung gefunden hat. Er liebte das Lehrfach und war ein ausgezeichneter Lehrer. Seine Verdienste sind von höchster Stelle durch die Ertheilung des Ordens vom hl. Michael und durch den Civilverdienstorden der Bayerischen Krone gewürdigt worden.

Andreas Freiherr von Ettingshausen.

Geb. 1796 am 25. Nov. zu Heidelberg.
Gest. 1878 am 5. Juni in Wien.

Ettingshausen hat an allen Forschungen und Aufgaben der höheren Mathematik theilgenommen und mehrfach im Gebiete der Physik seine Erfahrungen geltend gemacht. Es sind hervorzuheben: die combinatorische Analysis; seine Vorlesungen über höhere Mathematik in 2 Bänden; Anfangsgründe der Physik; und mit Baumgartner dessen Naturlehre 7. Aufl. und die Zeitschrift für Physik und Mathematik, 10 Bände, worin eine Reihe von Abhandlungen von ihm, über Systeme der Gleichungen, Entwicklung zusammengesetzter Krystallgestalten, über die Methode von Gauss zur näherungsweisen Berechnung bestimmter Integrale und Untersuchungen über das Licht und seine Schwingungen, über Lichtbrechung u. a. — Bei der Naturforscher-Versammlung zu Prag 1837 besprach er eine von ihm construirte magnetoelectrische Maschine. —

Ettingshausen war k. k. Regierungsrath, ordentl. Professor der Physik und Director des physikalischen Institus der Universität zu Wien, früher Professor der höheren Me-

chanik an der Genie-Akademie und der Mathematik an der Universität. Er war Mitglied der Akademie d. Wiss. in Wien und wurde 1832 zum corresp. Mitglied unserer Akademie gewählt.

Joseph Henri.

Geb. 1799 am 17. December zu Albany im Staate Neu-York.
Gest. 1878 am 13. Mai zu Washington.

Henri hat sich durch seine Arbeiten über Electricität und Electromagnetismus, über Meteorologie, Capillarität, Akustik und andere Zweige der Physik mehrfach ausgezeichnet. Seine erste Anstellung war die eines Professors der Mathematik an der Albany-Akademie i. J. 1826, im J. 1832 wurde er Professor der Naturgeschichte im College von Neu-Jersey zu Princeton und 1846 wurde er zum ersten Secretär und Director des Smithson'schen Instituts zu Washington ernannt. Er widmete 32 Jahre lang mit anerkanntem Erfolg seine Thätigkeit diesem Institut, welches für Vermehrung und Verbreitung der Wissenschaft gegründet wurde. — Im J. 1849 wurde er Präsident der Amerikanischen Gesellschaft für die Fortschritte der Wissenschaft und 1868 Präsident der National-Akademie der Wissenschaften der Vereinigten Staaten. Diese Stelle bekleidete er auch bei der Philosophischen Gesellschaft zu Washington 1871 und wurde in demselben Jahr Chairman am Light-House Board der Vereinigten Staaten. —

Das Union College und die Harvard Universität ernannten ihn zum Ehrendoctor der Rechte.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 3. Mai 1879.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr v. Pettenkofer theilt mit und bespricht eine Abhandlung:

„Ueber die Permeabilität des Bodens für Luft" von Dr. Friedrich Renk, Privatdocent und I. Assistent am hygienischen Institute.

Aus dem Münchner Geröllboden lassen sich mittelst einer Reihe von Sieben mit verschiedener Maschenweite 5 verschiedene Bodensorten darstellen, deren Dimensionen folgende sind:

Mittelkies	Durchmesser	zwischen	7	und	4	mm
Feinkies	„	„	4	„	2	„
Grobsand	„	„	2	„	1	„
Mittelsand	„	„	1	„	0.3	„
Feinsand	„	kleiner	als		0.3	„

Mit diesem Materiale wurden die vorliegenden Versuche in der Weise angestellt, dass die verschiedenen Bodensorten

in metallene Röhren von mindestens 5 cm. Durchmesser und verschiedener Länge, eingefüllt wurden, welche an beiden Enden durch Drahtnetze verschlossen werden konnten.

Durch die so hergestellten Bodenschichten wurde mittelst eines Gasometers Luft hindurch gepresst, deren Druck unmittelbar vor dem Eintritte in den Boden gemessen werden konnte.

Auf diese Weise wurden unter verschiedenen Verhältnissen folgende Resultate gewonnen.

1) Was den Druck anlangt, unter welchem die Luft in den Boden einströmt, so sind die in verschiedenen Versuchen mit einem und demselben Objecte geförderten Luftmengen direct proportional den verschiedenen Druckgrössen, jedoch nur so lange als die Geschwindigkeit der Luft im Boden nicht grösser wird als 0.0062 Meter in der Secunde. Wird diese Grenze überschritten, so nehmen die Luftvolumina in einem geringeren Verhältnisse zu, als die angewandten Druckgrössen.

2) Demgemäss findet sich auch eine umgekehrte Proportionalität zwischen Luftmenge und Höhe der Bodenschichte innerhalb der erwähnten Grenze von 0,0062 Metern in der Secunde. Wächst die Geschwindigkeit der Luft über diese Grösse hinaus, so nehmen die Luftvolumina in einem geringeren Verhältnisse zu, als die Höhen der Bodenschichten abnehmen.

3) Die Luftmengen, welche durch gleich hohe Bodenschichten von gleichem Korn oder Gefüge hindurchtreten, sind direkt proportional dem Querschnitte.

4) Die Porosität des Bodens bedingt die grössten Verschiedenheiten in der Permeabilität verschiedener Bodenarten. Es sind dabei zwei Factoren auseinanderzuhalten; einmal das Gesammtvolum der in einem Boden vorhandenen Hohlräume und dann die Weite

der einzelnen Poren; der Einfluss dieser beiden Elemente drückte sich in den Versuchen folgendermassen aus.

Bei gleichem Gesammtvolum aber verschiedener Weite der Poren gehen durch einen Boden mit sehr engen Hohlräumen viel geringere Luftmengen hindurch als durch einen Boden mit weiten Maschen, und können die Differenzen in extremen Fällen mehr als das 20000fache betragen. Bei gleicher Weite aber verschiedenem Gesammtvolum der Poren müssen die Luftmengen dem Gesammtvolumen derselben proportional sein, wie aus dem Verhältnisse zwischen Luftmenge und Querschnitt des Bodens hervorgeht.

Bei Lockerung eines natürlichen Bodens, in welchem Falle sowohl das Gesammtvolum der Poren, als auch deren Weite verändert wird, erfolgt demgemäss eine Erhöhung der Durchgängigkeit, welche bei gleicher Vergrösserung des Porenvolums bei engmaschigen Böden eine relativ viel bedeutendere, ist als bei weitmaschigen Böden.

Die Befeuchtung des Bodens hat verschiedenen Effekt, je nachdem sie von oben durch Regen, oder von unten durch Grundwasserschwankungen erfolgt. Im ersteren Falle wird im Boden nicht so viel Wasser zurückgehalten, als im letzteren, daher auch seine Permeabilität weniger geändert. Engmaschige Böden halten in beiden Fällen viel mehr Wasser zurück als solche mit weiten Poren, wesshalb bei letzteren die Durchgängigkeit entweder gar nicht oder nur um wenige Procente verringert wird, während es bei ersteren zu vollkommener Undurchlässigkeit kommen kann.

Von bedeutendem Effecte kann endlich auch das Gefrieren eines wasserhaltenden Bodens sein. Zum Theile wird schon durch die Ausdehnung des Wassers im Momente des Gefrierens eine Verengerung der Poren gesetzt, doch genügt diese nicht zur Erklärung der Abnahme der

Permeabilität, da diese grösser ist; es muss daher angenommen werden, dass das Wasser im nicht gefrorenen Zustande in den Poren beweglich ist, im gefrorenen Zustande aber unbeweglich, so dass der Druck der Luft der es im ersteren Falle verschieben konnte, dies nicht mehr vermag, wenn es zu Eis erstarrt ist.

Auch durch das Gefrieren kann es zum vollständigen Verschlusse eines selbst im nassen und ungefrorenen Zustande noch für Luft durchgängigen Bodens kommen.

Die Versuche werden ausführlich in der Zeitschrift für Biologie mitgetheilt werden.

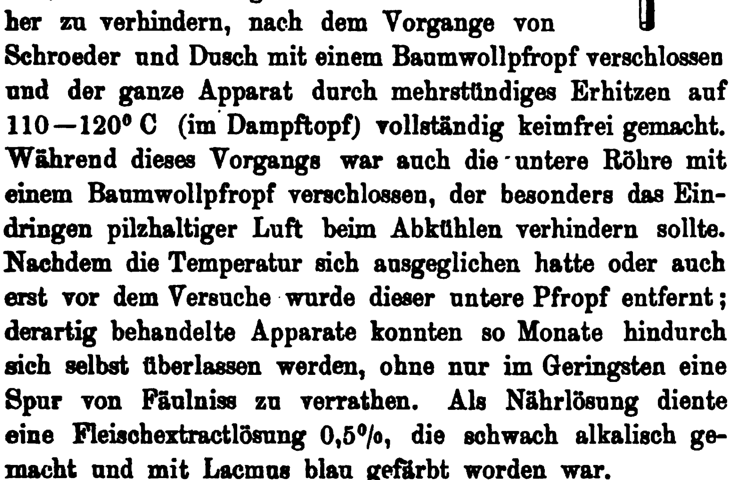
Derselbe theilt mit und bespricht:

„Ueber den Uebergang von Spaltpilzen in die Luft" von Dr. Isidor Soyka.

Bei den nahen Beziehungen der Krankheitskeime zu den Fäulnisskeimen scheint die Untersuchung der Art und Weise, wie letztere in die Luft gelangen und darin verbreitet werden, von einiger Bedeutung werden zu wollen. Im Nachfolgenden sind einige Resultate angeführt, die beim Studium dieser Fragen gewonnen wurden.

Im Speciellen waren die Aufgaben, die hier gestellt wurden darauf gerichtet, zu untersuchen, bei welcher Luftbewegung trockene Fäulnisskeime fortgerissen und weiter getragen werden, und sodann unter welchen Bedingungen es bei keimhaltigen Flüssigkeiten zu einer Propagation der Spaltpilze komme; ich bediente mich hiebei folgender Methode:

In besonders zu diesem Zwecke angefertigte Apparate — Glasbirnen, nach beiden Seiten in eine Röhre auslaufend, deren eine (untere) jedoch noch bis auf 2—2,5 Cm in die Birne hineinragte — wurde eine geeignete fäulnissfähige Nährlösung eingefüllt, und Luft durch dieselben geleitet, die im Falle, dass sie Fäulnisspilze mit sich führte, diese auf ihrem Weg durch die Birne in die Flüssigkeit fallen lassen und letztere so inficiren sollte; das obere Ende war, um ein Eindringen der Keime von oben her zu verhindern, nach dem Vorgange von Schroeder und Dusch mit einem Baumwollpfropf verschlossen und der ganze Apparat durch mehrstündiges Erhitzen auf 110—120° C (im Dampftopf) vollständig keimfrei gemacht. Während dieses Vorgangs war auch die untere Röhre mit einem Baumwollpfropf verschlossen, der besonders das Eindringen pilzhaltiger Luft beim Abkühlen verhindern sollte. Nachdem die Temperatur sich ausgeglichen hatte oder auch erst vor dem Versuche wurde dieser untere Pfropf entfernt; derartig behandelte Apparate konnten so Monate hindurch sich selbst überlassen werden, ohne nur im Geringsten eine Spur von Fäulniss zu verrathen. Als Nährlösung diente eine Fleischextractlösung 0,5%, die schwach alkalisch gemacht und mit Lacmus blau gefärbt worden war.



Der Grund, warum derartige Apparate zu den Versuchen gewählt wurden, lag darin, dass etwaige Krümmungen, wie sie bei Anwendung U förmiger Röhren hätten angebracht werden müssen, vermieden werden sollten, da in ihnen ein Hinderniss für die Weiterbewegung der Keime zu suchen ist; ausserdem hätte bei U förmigen Röhren die Nährlösung in beiden Schenkeln als Sperrflüssigkeit gedient und so eventuelle, spontane Luftbewegung behindert, was bei unsern Apparaten nicht der Fall sein konnte.

Um nun zuvörderst die Windgeschwindigkeit zu bestimmen, bei der Keime von der Luft mitgeschleppt werden wurde unser Apparat an das obere Ende einer vertical aufgestellten Röhre befestigt, die vollständig ausgeglüht war und an deren entgegengesetztes Ende ein kleines Kästchen befestigt wurde mit siebartig durchbrochenem Boden; auf welchem letzteren ein spaltpilzhaltiger Staub aufgeschichtet wurde; dieser bestand in bei gewöhnlicher Lufttemperatur eingetrocknetem und nachher fein verriebenem, faulem Blute An dem obern Ende des Apparates wurde mittelst eines Aspirators Luft durchgesaugt und durch eine Gasuhr das Volumen gemessen; die Luft musste nun durch den Blutstaub hindurchstreichen, und bei einer gewissen Geschwindigkeit Staubpartikelchen mit sich führen, die, wenn sie in die oben im Apparat befindliche Nährlösung fielen, dieselbe in Fäulniss versetzen mussten. Bei dieser Versuchsanordnung war die Höhe vom Kästchen bis zum Niveau der Flüssigkeit 1 Meter; der Durchmesser der Röhre betrug 10 Mm.; ihr Querschnitt also 78,5□ mm.

Die geringste Geschwindigkeit nun, bei der bereits ein Transport der Keime bis in den oben angebrachten Apparat, also auf 1 Meter Höhe, constatirt werden konnte, betrug 0,0465 Meter in der Secunde oder 4,65 Cm in der Secunde. Es liess sich aber noch feststellen, dass auch bei viel geringeren Luftbewegungen körperliche Theile, also auch Keime mitgeschleppt werden. Der rothe Blutstaub konnte nämlich auf seinem Wege leicht verfolgt werden, wenn er sich in irgend welcher erheblicher Menge an einem hellen Körper ablagerte, und so sah man denn in der untern Hälfte der Röhre bis zu einer Höhe von ca. 20 Cm eine ihrer Mächtigkeit noch oben allmälig abnehmende Schichte dieses Blutstaubes abgelagert in einem Falle, wo die Luftgeschwindigkeit nur

0,008 Meter in der 8 Mm. in der Secunde

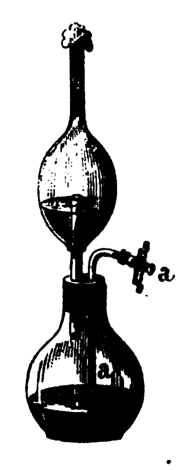
betrug.

Etwas anders waren die Resultate, wenn man die Luft anstatt d u r c h diese keimhaltigen Substanzen ü b e r dieselben hinwegstreichen liess; die Versuchsanordnung wurde zu diesem Zwecke nur soweit modificirt, dass anstatt des Kästchens an dem untern Ende der Röhre eine Liebig'sche Ente befestigt wurde, auf deren Boden etwas von dem faulen, trockenen Blute aufgeschichtet war. Die geringste Windgeschwindigkeit, bei der nun hier Keime bis zur Höhe von 1 Meter mitgeführt wurde, betrug 0,111 M e t e r a l s o 11 C m i n d e r S e c u n d e.

Bezüglich des Verhaltens von F l ü s s i g k e i t e n liegen bereits Versuchsergebnisse von v. Naegeli vor; allein es schien nicht ohne Interesse dieselben nach dieser Methode zu wiederholen, und wo möglich durch quantitative Versuche zu ergänzen.

Vorerst handelte es sich um das Verhalten einer in Ruhe befindlichen, sich selbst überlassenen, faulenden Flüssigkeit. Die Versuchsanordnung war hier folgende:

Ein kleines Kölbchen wurde mit einem doppelt durchbohrten Stöpsel verschlossen, in dessen einer Durchbohrung unser beschrieben Apparat stak, durch dessen andere jedoch ein Rohr bis an den Boden des Kölbchens ging; dieses Rohr war an seinem äussern Ende mittest eines mit Klemme versehenen Gummischlauchs verschliessbar. Es wurde nun zuerst durch dieses Rohr etwas Flüssigkeit in das Kölbchen eingefüllt, so dass der Boden leicht bedeckt und das Rohr v o l l s t ä n d i g damit gefüllt war. Nun wurde das Ganze im Dampftopf mehrere Stunden auf 110—120° erhitzt; nach dem Abkühlen wurde sodann mittelst einer Pipette durch das mit Flüssigkeit gefüllte Rohr (a) faulende Flüssigkeit in den Apparat gebracht: Diese Manipu-



lation bot die Gewähr, dass beim nachträglichen Einfüllen der faulenden Substanz keine in der Luft suspendirten Organismen mit hinein gelangen könnten; denn auf diese Weise konnte überhaupt keine Luft in den Kolben eintreten, und die früher in demselben enthaltene war ja ausgekocht. Natürlich wurde der Gummischlauch früher geschlossen, bevor die Röhre (a) sich entleeren konnte.

Bei einer derartigen Versuchsanordnung blieb die Nährlösung unserer Apparate stets frei von Fäulniss; wohl traten in derselben einige Veränderungen auf, die mit dem Fäulnissprocesse im Kolben im Zusammenhange standen; so zeigte die alkalisch gemachte, durch Lakmus blau gefärbte Fleischextractlösung alsbald eine rothe Färbung, ohne sich jedoch zu trüben; es diffundirten in derselben also jedenfalls sauer reagirende Gase aus der faulenden Flüssigkeit, die der Fleischextractlösung auch einen Fäulnissgeruch verliehen, allein Keime gelangten mit derselben nicht in die Flüssigkeit, sie blieb vollkommen klar, pilzfrei, auch nach vielen Monaten. Anders war jedoch das Ergebniss, wenn wir über diese Flüssigkeitsschichte bei mässiger Geschwindigkeit Luft streichen liessen; zu diesem Zwecke erlitt die soeben beschriebene Versuchsanordnung nur eine kleine Modification, indem ein mit einem etwas längern seitlichen Tubulus versehenes Kölbchen genommen wurde, welcher Tubulus durch einen Wattepfropf verschlossen wurde. Im Uebrigen war das Verfahren analog dem früheren, der ganze Apparat wurde im Dampftopf erhitzt und nachher unter den geschilderten Cautelen gegen Eindringen von Luft mit faulender Flüssigkeit (Blut) gefüllt.

Wir wollen hier einen von den vielen Versuchen, die wir nach dieser Richtung anstellten, anführen. Der Querschnitt des Kolbens in der Höhe des Flüssigkeitsniveau's, der zur Berechnung der Geschwindigkeit nothwendig ist, betrug 22,95 □ cm.

Datum.	Durchgeleitetes Luftquantum. (in Litern)	Zeitdauer. (Minuten)	Geschwindigkeit. in Metern per Secunde
13	338	125	0,0196
14	790,4	193	0,02971
14	475,8	117	0,0294
15	660,4	171	0,0288
15	176,8	50	0,0256
16	494	148	0,0242
17	436,8	120	0,022
18 Fäulniss in der Nährlösung.			

Es wurden also Keime aus dem Kölbchen von der über die Flüssigkeit hinwegstreichenden Luft mitgenommen, nachdem 3372,2 Liter oder 3,37 cbm Luft durchgeleitet worden waren; und zwar betrug die Gewindigkeit, bei der dies stattfand, selbst wenn wir nur die grösste berücksichtigen, die während dieses Versuches zur Anwendung kam, 0,02971 Meter oder ca 3 cm in der Secunde. Es ist hervorzuheben, dass die Luftbewegung eine derartig schwache gewesen, dass keine merkbare Erschütterungen der Flüssigkeit verursacht wurden.

Den Einfluss von Bewegungsvorgängen zu illustriren, dienten Versuche, in denen schwache Luftströme durch die faulende Flüssigkeit geleitet wurden. Zu diesem Zwecke wurde ein seitlich tubulirter Kolben in ähnlicher Weise wie im vorhergehenden Experimente adjustirt, nur dass in den seitlichen Tubulus ein Glasröhrchen luftdicht eingepasst war, dessen äusserer Theil mit Baumwolle verstopft war, dessen innerer, in eine feine Spitze auslaufender, unter das Niveau der im Kolben befindlichen Flüssigkeit eintauchte. Beim eventuellen Durchsaugen von Luft musste diese nun in Form von Blasen in der Flüssigkeit aufsteigen, die dann an der Oberfläche platzten. In diesen Fällen

wurde stets, bei noch viel geringerer Luftgeschwindigkeit, als im vorhergehenden Falle, Infection der Apparate beobachtet. Es stimmt dieses Resultat mit den Untersuchungen Franklands überein, der an gelösten chemischen Körpern (Chlorlithium) constatiren konnte, dass diese bei Gasentwicklung innerhalb der Flüssigkeit, in der oberhalb des Flüssigkeitsniveau's befindlichen Luft nachgewiesen und auch weiter verschleppt werden konnten.

Dass eine allerdings nur höchst minimale, kaum merkbare Aenderung des Flüssigkeitsniveau's zur Erzielung des erwähnten Resultates (Infection der Nährlösung in dem oberhalb der Flüssigkeit befindlichen Apparate) im ersten Falle nöthig war, liess auch ein Versuch plausibel erscheinen, indem bloss die Abänderung getroffen wurde, dass die Luft, bevor sie über die faulende Flüssigkeit strich, vollkommen mit Wasserdampf gesättig war, so dass keine Verdunstung stattfinden konnte. In diesen Fällen wurden keine Infection beobachtet.

Es wäre noch zu erwähnen, dass bei den Versuchen auch darauf geachtet wurde, ob der Baumwollverschluss auch wirklich ein genügendes Mittel sei, um die Pilze, die etwa in der Luft vorhanden waren, zurückzuhalten, und hahen dies besondere Versuche erwiesen.

Bezüglich der gewonnenen Zahlen sei noch bemerkt, dass sie keineswegs Grenzwerthe repräsentiren; sie sollen nicht etwa in absoluter Weise die geringste Geschwindigkeit angeben, bei der ein Fortführen der Keime möglich ist, denn, wie leicht einzusehen, werden diese Zahlen nach der Art der Versuchsanordnung variiren. Wenn ein noch leichter zu verstäubendes Material als das von mir angewendete, trockene Blut gewählt wird, wird man wol auch noch niedrigere Werthe erhalten. Ebenso vielleicht wenn man andere Vorrichtungen zum Nachweis der Weiterführung der Pilze anbringt. Immerhin geben uns schon

die nach unsern Methoden gewonnenen Zahlen einen Begriff von den minimalen Kräften, die dazu nöthig sind, um diese, allerdings auch nur minimalen Wesen in Bewegung zu bringen.

Da nun derartige Luftgeschwindigkeiten fortwährend — auch bei scheinbar vollkommener Windstille — vorhanden sind, so müssen wir wol annehmen, dass in unserem Luftmeer fortwährend Spaltpilze in grosser Zahl aufgewirbelt und weiter getragen werden; und zwar sowohl von trockenen Flächen als auch von befeuchteten, wenn zur Verdunstung Gelegenheit geboten ist.

Herr v. Jolly legt vor und bespricht nachstehende Abhandlung:

„Ueber die electromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in dén Gasen von A. Kundt u. W. C. Röntgen."

Einleitung.

Vor Kurzem haben wir die electromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in Schwefelkohlenstoffdampf, in gasförmiger schweflicher Säure und in Schwefelwasserstoffgas nachgewiesen.

Wir sprachen am Schluss unserer Mittheilung der betreffenden Versuche die Absicht aus auch die schwer condensirbaren Gase bei höherem Druck in Bezug auf ihr Drehungsvermögen zu untersuchen.

Nach längeren Bemühungen ist es uns gelungen einen Apparat zu construiren mit welchem wir die beabsichtigte Untersuchung ausführen konnten. Der Apparat gestattete die Gase bis zu einem Druck von etwa 250 Atmosphären zu comprimiren.

Die Versuche ergaben bald:

1) dass atmosphärische Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Leuchtgas, Aethylen und Sumpfgas im magnetischen Feld die Drehung der Polarisationsebene im Sinne des positiven Stromes (wie Wasser und Schwefelkohlenstoff) zeigen.

2) **Dass die Grösse der Drehung unter übrigens gleichen Umständen für die verschiedenen Gase erheblich verschieden ist.**

Wir konnten indess anfangs die Grösse der Drehung nicht hinreichend genau messen, da die nicht zu beseitigende Doppelbrechung der Glasplatten, welche das mit Gas gefüllte Rohr an den Enden verschlossen, jede genaue Messung vereitelte.

Um von dieser störenden Doppelbrechung der Verschlussplatten gänzlich frei zu werden, sahen wir uns schliesslich genöthigt, die Vorrichtung, durch welche das eintretende Licht polarisirt wird, und diejenige welche die Lage der Polarisationsebene des Lichtstrahles nach dem Durchgang durch das Gas bestimmt, wie weiter unten ausführlich beschrieben werden soll, in das comprimirte Gas selbst, zwischen die die Rohrenden verschliessenden Glasplatten zu bringen. Mit dem so modificirten Apparat konnten wir:

3) **das magnetische Drehvermögen der verschiedenen Gase quantitativ bestimmen.** —

4) **nachweisen dass bei verschiedener Dichte eines und desselben Gases der Betrag der Drehung der Dichte angenähert proportional ist.** —

Da die messenden Versuche schwierig und zeitraubend sind, so haben wir solche vorläufig nur für folgende 5 Gase: atmosphärische Luft, Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenoxyd und Sumpfgas angestellt.

Wir verhehlen uns übrigens nicht, dass der von uns angewandte Apparat wie die benützte Beobachtungsmethode noch einiger wesentlichen Verbesserungen fähig sind. Es würde durch Einführung dieser Verbesserungen sich zweifellos eine etwas grössere Genauigkeit in den Beobachtungen erzielen lassen. Da indessen eine gemeinschaftliche Fortführung der Untersuchung durch den Umstand, dass der

Eine von uns Strassburg verlässt unmöglich gemacht wird, so haben wir dieselbe vorläufig abgeschlossen. — Die nachfolgende Mittheilung enthält:

§ 1. eine Beschreibung des Apparates in welchem die zu untersuchenden Gase eingeschlossen wurden und der Methode mittelst welcher wir die Drehung der Polarisationsebene beobachteten und massen.

§ 2. Erläuterung der Vorrichtungen mit Hülfe deren die Gase in dem Untersuchungsapparat comprimirt wurden.

§ 3. Die Methode zur Messung der Dichte der untersuchten Gase.

§ 4. Die Methode zur Messung der Intensität der benutzten Ströme.

§ 5. Die Beobachtungen an den genannten 5 Gasen.

§ 6. Zusammenstellung der Beobachtungen und Vergleichung der Drehung in den Gasen mit derjenigen im flüssigen Schwefelkohlenstoff. —

§ 1.

Beschreibung des Apparates in welchen die Gase eingeschlossen wurden und der Methode zur Beobachtung der Drehung.

Bevor wir übergehen zur genaueren Beschreibung des Apparates in welchem die Gase für Beobachtung der Drehung comprimirt werden, geben wir an der Hand des Situationsplanes Fig 1. eine Uebersicht der Anordnung sämmtlicher für den Versuch nöthigen Apparate. Die Figur ist in $^1/_{20}$ natürlicher Grösse gezeichnet, so dass die Grössenverhältnisse der einzelnen Theile leicht aus derselben zu entnehmen sind.

A A A A ist ein sehr schwerer eichener Tisch, auf dem die Haupttheile des Apparates aufgebaut sind. B C ist das Rohr, in welchem die Gase comprimirt werden und durch dessen Axe ein Lichtbündel zur Bestimmung der

Drehung geschickt werden soll. Dasselbe ist ein ohne Naht gezogenes Kupferrohr von 10 mm äusserem und 3 mm innerem Durchmesser. Die Enden B und C werden in weiter unten zu beschreibender Weise von den Gestellen D und E gehalten, die ihrerseits auf Steinblöcken F und G ruhen, die auf dem Tisch mit Cement befestigt sind.

Das Rohr ist umgeben von 6 grossen auf einem schweren eisernen Stativ H ruhenden Rollen J. J. von umsponnenem Kupferdraht (Dicke des übersponnenen Drahtes 3^{mm}; Widerstand jeder Rolle 0,66 S. E.) in deren Innern sich noch 6 andere kleinere (Dicke des Drahtes 3^{mm}; Widerstand 0.11 S. E.) befinden. Die Drähte sämmtlicher Rollen sind hintereinander verbunden. —

Vom Ende D des Kupferrohrs führt eine Verbindungsröhre V zu einem Stahlstück K. Von diesem geht ein Rohr L zu einer Gascompressionspumpe M, ein anderes N zu einem vertikalen Rohr von Schmiedeeisen O. Das untere Ende dieses Rohres communicirt durch das Rohr P mit einer hydraulischen Presse Q. Diese Apparate dienen, wie unten gezeigt wird zum Comprimiren der Gase.

R ist eine Kalklichtlampe deren Strahlen durch das Rohr B C gesandt werden, und S ein Commutator welcher erlaubt die Richtung des Stromes in den Rollen zu wechseln. T endlich ist eine kleine Drahtrolle welche zum Zweck der Messung der Intensität des Stromes in den Stromkreis eingeschaltet werden kann.

Wir wenden uns nunmehr zur genaueren Erläuterung des Apparates B C.

In Fig. 2 ist ein Horizontalschnitt desselben in $^1/_2$ natürlicher Grösse gezeichnet. Der Theil B in Fig. 2 giebt das Ende B 1 und der Theil C das Ende C der Fig. 1.

Das Kupferrohr a. a ist um es gegen Verbiegungen zu schützen welche es durch die an seinen Enden befind-

lichen grossen Metallmassen hätte erleiden können, mit einem der Länge nach durchsägten Eisenrohr mm lose umgeben. Die beiden Hälften des Eisenrohrs werden durch Messingklammern zusammengehalten. An den Enden von a a sind die Stahlstücke b b angeschraubt und verlöthet. Diese Stahlstücke sind sehr genau conisch ausgedreht, und in die Hohlconen passen 2 mit einer 3^{mm} weiten axialen Durchbohrung versehene cylindrische Stahlstücke d d, die an ihren Enden conisch abgedreht sind. Diese Stücke sollen die Verschlüsse der Enden des Rohres BC bilden. Es kommt also einmal darauf an die Bohrungen derselben durch Glasplatten zu verschliessen und andererseits den conischen Theil so fest in die Stücke b b einzupressen dass ein völlig dichter Verschluss hergestellt ist. Für den ersten Zweck wurde der hintere Theil von c weiter ausgedreht und in diese Bohrung mit Wachs- und Colophoniumkitt 3 mm dicke Glasplatten l l gekittet; auf dieselben wurden kurze durchborte Messingstücke f f geschraubt, welche mit heissem Kitt vorsichtig in das vorher angewärmte Stück d eingesetzt wurden. Dieser Verschluss erwies sich sehr gut, wir waren nur selten genöthigt die Glasplatten neu einzukitten. Den Verschluss zwischen b und d haben wir in folgender Weise bewerkstelligt. Auf die Stücke b war aussen ein grobes Schraubengewinde mit sehr tiefen Gängen geschnitten auf welche die Eisenringe g g geschraubt wurden. Wäre der innere Durchmesser der kleinen Drahtrollen grösser gewesen, so hätte man statt dieser Ringe g und der Stücke b ein einziges grösseres Stahlstück auf je ein Ende des Kupferrohres löthen können. Unter den gegebenen Umständen war es nöthig die Anordnung so zu treffen, dass die Ringe erst auf die Enden aufgeschraubt wurden, nachdem das Rohr schon von den Drahtrollen umgeben war. Die Ringe wurden so weit aufgeschraubt, dass die Stahlconen etwas über die ersteren vorragten. Indem nun durch-

bohrte Eisenplatten mittelst 6 Schrauben sehr fest gegen die Ringe g g angezogen wurden, konnten die Stahlconen fest in ihre Lager eingedrückt werden. Die anzupressende Eisenplatte ist für das Ende B mit h h für das Ende C mit i i bezeichnet. Die Zugschrauben sind durch die Striche k angedeutet. Wurden dieselben sehr sorgfältig gleichmässig angezogen, so schlossen die Stahlconen bei den höchsten angewandten Drucken vollständig. Wir sind nie durch Undichtigkeit dieser Verschlüsse belästigt worden.

Als wir indess vor das eine Ende des Rohres ein polarisirendes und vor das andere Ende ein analysirendes Nicol'sches Prisma brachten, gelang es uns zwar, in allen Gasen die wir bei Druck von einigen Hundert Atmosphären untersuchten, die electromagnetische Drehung zu constatiren (— die Glasplatten waren soweit von den Enden der Drathrollen entfernt, dass durch sie eine Drehung nicht eintrat —) indessen konnten wir keine zuverlässigen Messungen der Drehung ausführen wegen der stets vorhandenen Doppelbrechung der Glasplatten e e. Trotzdem die Pressung der Stücke d d nur an dem conischen Theil statthatte, der cylindrische Theil, in welchem sich die Glasstücke befanden, jeder directen Pressung entzogen war, wurden doch stets beim Anpressen der Schrauben k die Glasplatten doppelbrechend, indem die Pressung von dem conischen auf den cylindrischen Theil sich übertrug.

Doppelbrechung der zwischen dem Polarisator und Analyseur befindlichen Glasplatten beeinträchtigt aber die Genauigkeit der Bestimmungen der Drehung beträchtlich und kann, wie wir uns durch Versuche überzeugten, zu sehr irrigen Resultaten bezüglich der Grösse der zu beobachtenden Drehung führen. Wir entschlossen uns daher den Polarisator und Analyseur zwischen die Glasplatten in den Apparat selbst zu bringen, so dass die Wirkung der letzte-

ren ganz ausgeschlossen war. Da unser Apparat ursprünglich nicht mit Rücksicht auf diese Anordnung construirt war, so konnten wir keine Nicol'schen Prismen oder andere grössere Apparate ins Innere desselben bringen. Es blieb uns daher, wollten wir nicht den ganzen Apparat verwerfen, Nichts Anderes übrig als für Polarisator und Analyseur Turmalinplatten zu nehmen. Wir wählten 2 Platten aus einer Turmalinzange von Hofmann in Paris, von denen die eine hellbraun die andere grün durchsichtig war. Diese Turmaline liessen in paralleler Stellung ziemlich viel Licht von gelblicher Färbung durch, in gekreuzter Stellung verdunkelten dieselben unsere intensive Lichtquelle freilich nicht ganz, doch konnte sehr gut auf das Minimum der Helligkeit eingestellt werden. Die Turmaline sind in Fig. 2 mit l l bezeichnet; sie wurden einfach vor die Oeffnungen der Verschlussconen gekittet.

Wir beabsichtigten zunächst, nachdem obige Anordnung getroffen war, die Drehung der Polarisationsebene auf die Weise zu bestimmen, dass wir zwischen die Turmaline noch eine drehende Quarzplatte oder eine drehende Doppelplatte von Quarz einschalteten, das austretende Licht spectral zerlegten und nun die beim Schluss des Stromes eintretenden Verschiebungen des dunkeln von der Drehung in der Quarzplatte herrührenden Streifens im Spectrum massen. Das Spectrum des durch die Turmaline gegangenen Lichtes war indessen, obgleich wir Kalklicht benutzten, so schwach dass sich die Verschiebung des dunklen Streifens nicht scharf messen liess und wir von dieser Methode absehen mussten. Dagegen ergab sich bald dass wir in einfachster Weise und mit vorläufig hinreichender Genauigkeit die Drehung in den Gasen messen konnten, wenn wir das Ende des Rohres an welchem sich der polarisirende Turmalin befand (zunächst der Lampe) unbeweglich fest machten und den Analyseur auf das Minimum der

Helligkeit brachten, dadurch dass wir das ganze Kupferrohr um seine Axe drillten.

Zu dem Zweck wurde das Ende B des Rohres in der in Fig. 3 gezeichneten Weise befestigt. h in Fig. 3 ist die pressende Eisenplatte. Die 6 Schrauben k der Fig. 2 sind mit ihren Köpfen sichtbar. Die Platte ist 6eckig gefeilt und wird gehalten durch ein Eisenstück n welches 2 Arme o o hat. Das Eisenstück wird auf die Platte durch die 3 Schrauben p fest gepresst. Die Arme o o, die an ihren Enden kleine Löcher tragen, werden durch die Schrauben r r sehr fest in das schwere eiserne Stativ q q geschraubt. Dieses Stativ stand, wie schon oben angegeben ist, auf einem grossen Sandstein (F Fig. 1) der auf dem Tisch mit Cement befestigt war. Die Befestigung des Rohrendes B war auf diese Weise so vollständig erreicht, dass als wir auf die Platte h einen Spiegel setzten und aus mehreren Metern Entfernung eine Scala in demselben beobachteten, selbst bei starker Drillung des Rohrendes C keine Scalenverschiebung beobachtet wurde.

Das Stück C der Fig. 2 giebt einen Grundriss und die Figur 4 ein Aufriss der Vorrichtung zum Drehen des anderen Endes des Kupferrohres. Gleiche Stücke sind in beiden Figuren mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

s ist eine feste eiserne Säule mit 3 Füssen, die an ihrem oberen Ende ein Axenlager hat. In diesem Lager liegt eine eiserne, mit dem Versuchsrohr centrisch durchbohrte Axe t, die durch einen überliegenden Bügel u mit Schraube v festgehalten wird. An der einen Seite dieser Axe sind 3 Fortsätze w, w, w, welche mit Hülfe von Schrauben x an die eiserne Platte i i angeschraubt werden. An der anderen Seite der Axe befindet sich ein Querarm y y. Wird dieser gedreht, so wird damit die Scheibe i und mithin das Rohrende C mit dem Turmalin l gleichfalls gedreht. Die Säule s ist, wie in Fig. 1 angedeutet, gleichfalls auf einen Stein, der auf dem Tisch mit Cement befestigt ist, aufgestellt.

Da das Rohrende C nur wenige Grade bei den Versuchen zu drehen ist und die ganze Aufstellung und Anordnung sehr solide und fest war, so erfolgte die Drillung mit Leichtigkeit.

Den Betrag derselben haben wir durch Spiegelablesung gemessen. Auf der Eisenplatte i war oben ein vertikaler Spiegel z befestigt, diesem stand in etwa 2 Meter Entfernung ein Fernrohr mit vertikaler Scala (U Fig. 1) gegenüber. Indem nun nach Stromschluss der Eine von uns an den Armen durch Drehung aufs Minimum der Helligkeit einstellte, las der Andere die Stellung der Scala im Fernrohr ab. Durch Rechnung und durch besondere Versuche, indem wir die Eisenscheibe um genau bestimmte Winkel drehten, fanden wir übereinstimmend dass innerhalb der Grenzen der Drehungen welche bei unseren Versuchen vorkamen, ein Grad Drehung 7,025 Centimeter unserer Scala entsprach. In den späteren Versuchen sind direct die Ablesungen an der Scala in Centimetern angegeben und ist dann das Mittel dieser auf der Scala gemessenen Drehungen in Winkelmaass umgerechnet.

Bei den Versuchen wurde immer, nachdem der Strom in einem Sinne geschlossen war, zehn Einstellungen gemacht, dann die Richtung des Stromes umgekehrt und wieder 10 Einstellungen gemacht. Die Differenz der arithmetischen Mittel der beiden Gruppen von 10 Einstellungen ist in den Versuchen bezeichnet als: „Drehung in Scalentheilen.“

War die Drehung der Gase einigermaassen beträchtlich so traten trotz der Absorption der Turmaline sehr deutlich Farben beim Drehen des Analyseurs auf. Diese Farben waren besonders bei Kohlenoxyd und Sumpfgas sehr hervortretend. Es zeigt dies, dass auch in den Gasen die Strahlen verschiedener Wellenlänge verschieden stark

gedreht werden. Waren Farben deutlich erkennbar, so wurde auf den Uebergang von Blau auf Roth eingestellt.

§ 2.
Vorrichtungen zur Compression der Gase.

Da uns keine Compressionspumpe zur Verfügung stand, mit der wir hätten die zu untersuchenden Gase direct bis zu einem Druck von einigen Hundert Atmosphären comprimiren können, dagegen das physikalische Institut der Universität eine sehr gute von Bianchi in Paris gebaute Gascompressionspumpe nach Natterer zum Verdichten von Kohlensäure und eine sehr kräftige hydraulische Presse besitzt, so haben wir die Compression der Gase in folgender Weise bewerkstelligt. —

Wir verbanden mit dem Versuchsrohr B C ein sehr starkes Rohr von Schmiedeeisen (O Fig. 1). Dies Rohr hatte 1,5 mt. Länge 64 mm äusseren und 18 mm inneren Durchmesser. Es wurde in vertikaler Stellung in einem Holzgestell gehalten. Mit Hülfe der Gascompressionspumpe wurden nun zunächst dies Rohr und das Versuchsrohr mit dem zu untersuchenden Gas bis zu einem Druck von etwa 70 bis 80 Atmosphären gefüllt; dann wurde die Pumpe M abgesperrt und nun mit Hülfe der hydraulischen Presse Q Glycerin in das Eisenrohr O gepresst und damit das Gas bis auf den gewünschten Grad im Versuchsrohr verdichtet.

Die Dimensionen der Apparate waren derartig dass wenn das Eisenrohr O fast völlig mit Glycerin gefüllt war der Druck im Versuchsrohr nahe 300 Atmosphären betrug, wenn, wie angegeben, vorher durch die Compressionspumpe das Gas bereits auf 70 bis 80 Atmosphären verdichtet war. Für den beabsichtigten Zweck war folgende specielle Anordnung getroffen. Das Versuchsrohr hatte, wie oben schon angegeben, an seinem Ende B ein kupfernes Ansatzrohr V

Fig. 1 welches, zu dem Stahlstück K führte. Von letzterem geht das Rohr N zu dem eisernen Rohr O und die Verbindung L zur Compressionspumpe M. In Fig. 6 ist das Stück K mit seinen drei Ansatzröhren V N L und in Fig. 5 ein Horizontalschnitt durch K gezeichnet. Von den 3 Röhren ist N in das Stück K eingeschraubt und verlöthet; V endet in einen Stahlconus der in eine entsprechende conische Bohrung durch die Eisenplatte α mittelst der Schrauben β fest eingepresst werden kann. Das Rohr L ist nicht direct in K eingesetzt, sondern bildet ein Seitenrohr zu dem Stahlstück W welches in K eingeschraubt ist. Während N und V nicht abgesperrt werden können, kann die Communication zwischen L und den anderen Röhren durch die conisch zugespitzte Schraube γ, welche sich im Stück W befindet, geschlossen oder geöffnet werden. Das Stück W mit Schrauben ist in seiner Construction demjenigen nachgebildet, welches den Recipienten der Natterer'schen Kohlensäurepumpe oben schliesst. Wird mit der Pumpe M Gas eingepumpt, so ist γ geöffnet. Der Abschluss gegen die Atmosphäre ist durch einen Bleiring δ bewerkstelligt; dieser Abschluss genügt für die vorkommenden Drucke von 70 bis 80 Atmosphären vollständig. Soll die hydraulische Presse functioniren so wird γ geschlossen.

Zu bemerken ist nur noch dass das Rohr L (ein starkwandiges Bleirohr) nicht direct an W angefügt ist, sondern mittelst eines doppelt conischen Verschlusses η an den kupfernen Ansatz E befestigt wird. Der Recipient der Gascompressionspumpe kann oben durch eine Verschlussschraube von dem Bleirohr abgesperrt werden. Die Verbindung des Rohres N mit dem oberen Ende des Eisenrohres O ist in Fig. 6 gezeichnet. N endet in einen Conus μ, der mit Hülfe der Platte ν und der Schrauben ϱ in das Eisenrohr eingepresst wird. Die Verbindung des unteren Endes von O mit der hydraulischen Presse ist in

ganz ähnlicher Weise bewerkstelligt. Letztere kann durch eine Verschlussschraube von dem Eisenrohr abgesperrt werden.

Alle Theile des Apparates, alle Verschlüsse waren so fest und so sorgfältig gearbeitet, dass Gase bei einem Druck von etwa 270 Atmosphären sich im Apparat mehrere Tage hielten, ohne dass nachweisbar Gas entwichen wäre.

Zu bemerken haben wir nur noch, dass es nicht möglich war, gleich nach der Compression die Drehung zu beobachten. Gleich nach dem Comprimiren war das Gas fast immer völlig undurchsichtig. Nach wenigen Stunden indess, zuweilen aber auch erst nach Verlauf einer Nacht wurde dasselbe klar durchsichtig. Wir haben uns durch vielfache Beobachtungen überzeugt, dass diese scheinbare Undurchsichtigkeit nach dem Comprimiren nur herrührte von sehr unregelmässigen Brechungen der Lichtstrahlen in den sehr dichten Gasen. Beim Comprimiren wird das Gas beträchtlich über die Temperatur der Umgebung erwärmt, und nun treten Schichtungen und Strömungen ungleich warmer Gasparthien ein, die sehr unregelmässige Brechungen der Lichtstrahlen erzeugen. Um möglichst schnell eine gleichmässige Temperatur im Rohre zu bekommen und dieselbe auch während der Versuche zu erhalten trotz der Erwärmung welche die vom Strom durchflossenen Rollen (J) erfahren, haben wir schliesslich das Kupferrohr mit einem Blechmantel umgeben welcher durch Kautschukringe wasserdicht auf den Stahlansätzen (b Fig. 2) befestigt wurde. Durch diesen Blechmantel leiteten wir Wasser von Zimmertemperatur. Es gelang in der That auf diese Weise das Durchsichtigwerden des Gases nach dem Einpumpen ziemlich beträchtlich zu beschleunigen. —

§. 3.

Messung der Dichte der Gase.

Da die Angaben der gebräuchlichen Manometer, welche Drucke von mehreren Hundert Atmosphären anzeigen, stets mehr oder weniger unsicher sind und wir jedenfalls ein solches Manometer erst genau experimentell hätten prüfen müssen, so haben wir von Druckmessungen abgesehen und möglichst direct die Dichte des Gases, welches bei jedem Versuch in dem Rohr enthalten war, bestimmt. Unter Dichte verstehen wir im Folgenden den Quotienten

$$D = \frac{m}{v},$$

wo m das gesammte im Apparat enthaltene, dem Volumen nach bei 760^{mm} Druck und 0^0 C. gemessene Gas, und v das Volumen des Apparates bedeutet.

Nimmt man an, dass das Mariotte'sche Gesetz auch für die angewandten Drucke noch gilt, so ist D zugleich der Druck in Atmosphären, den das im Apparat eingeschlossene Gas bei 0^0 haben würde.

Bezeichnet mithin s das specifische Gewicht des Gases bei 0^0 C. und 760^{mm}, bezogen auf Wasser als Einheit, so gibt $\varrho = D.s$ die absolute Dichte desselben.

Um nun die Grösse m zu bestimmen, liessen wir das im Apparat comprimirte Gas in ein gewöhnliches Laboratoriumsgasometer übertreten, so dass im Apparat nur Gas von nahe Atmosphärendruck blieb. Dies Gasometer stand auf einer Decimalwaage, war vor dem Einlassen des Gases völlig mit Wasser gefüllt, und genau tarirt. Trat Gas in dasselbe ein, so trat entsprechend Wasser aus einer zu dem Zwecke angebrachten Oeffnung aus. Durch Wägung wurde die Menge des ausgetretenen Wassers bestimmt, und somit das Volumen des ins Gasometer eingetretenen Gases gefunden. Dies Volumen wurde dann nach Messung des etwaigen kleinen Ueber- oder Unterdruckes unter dem das

Gas stand und Bestimmung der Temperatur auf 760^{mm} Druck und 0° reducirt. Selbstverständlich ist zu diesem Volumen noch dasjenige des im Apparat bei Atmosphärendruck zurückgebliebenen Gases zu addiren um das Gesammtvolumen des comprimirten Gases zu erhalten.

Ebenso wie m muss auch v bei jedem einzelnen Versuch bestimmt werden, denn das Volumen, welches das comprimirte Gas einnimmt, variirt von Versuch zu Versuch mit dem Stand des Glycerins in dem Eisenrohr.

Um jedesmal v zu ermitteln, genügt es, das im Apparat comprimirte Gas nicht auf einmal in das Gasometer übertreten zu lassen, sondern zunächst den Apparat mit einem Gefäss dessen Inhalt genau bekannt ist, in Verbindung zu setzen, so dass das Gas dies Gefäss und den Apparat mit gleichem Druck ausfüllt, und dann das Gas aus dem Gefäss und dem Apparat gesondert ins Gasometer übertreten zu lassen und die Volumina zu bestimmen. —

Ist dann v_0 der bekannte Inhalt des Gefässes, v der gesuchte des Apparates und sind a und b die respectiven ausgelassenen Mengen, so ist

$$v_0 : v = a : b$$

mithin v gegeben. —

Als Gefäss für die Vertheilung des Gases benützten wir den Recipienten der Compressionspumpe. Durch Wägung mit Wasser war der Inhalt dieses Recipienten genau ermittelt. Die Manipulation war nun folgende:

Nach Bestimmung der Drehung wurde, während γ Fig. 5 geschlossen blieb, zunächst durch Losschrauben bei η Fig. 5 der Recipient der Compressionspumpe mit der Atmosphäre in Verbindung gesetzt so dass in ihm und in dem Bleirohr Gas von atmosphärischem Druck vorhanden war; dann wurde das Bleirohr wieder angeschraubt und durch Oeffnen von γ Fig. 5 das im Apparat enthaltene Gas in dem Apparat und dem Recipienten vertheilt. Nach Schluss von γ

und Schluss des Recipienten wurde bei η wieder losgeschraubt und nun gesondert die im Apparat und im Recipienten enthaltene Gasmenge ins Gasometer übergelassen. Verfährt man, wie angegeben, so tritt allerdings ein kleiner Theil des vorher comprimirten Gases nicht ins Gasometer, denn wenn nach der Vertheilung der Apparat und der Recipient abgeschlossen sind und bei η geöffnet wird, so entweicht das Gas, welches sich im Bleirohr befand, in die Atmosphäre bis in dem Rohr Atmosphärendruck eingetreten ist. Um diesen Verlust in Rechnung zu ziehen, wurde sorgfältig das Volumen des Bleirohres durch besondere Versuche bestimmt. Da andrerseits der Druck unter dem das Gas sich im Bleirohe befand leicht aus der Gasmenge welche aus dem Recipienten austritt (a) und dem Volumen des Letzteren v_0 gefunden wird, so kann auch die aus dem Bleirohr ausgetretene Gasmenge bestimmt und in Rechnung gezogen werden.

Wollten wir ohne neue Füllung des Apparates zwei Versuche bei verschiedenen Dichten mit einem Gase machen, so beobachteten wir nach der Compression die Drehung, liessen dann eine Quantität des Gases in das Gasometer aus, massen dieselbe in der angegebenen Weise und bestimmten die Drehung für die noch im Apparat zurückgebliebene Gasmenge. Diese, wie das Volumen des Apparates wurde dann in der erläuterten Weise gemessen, und hieraus die Dichte des Gases bei der zweiten Bestimmung der Drehung berechnet. Nimmt man zu der zuletzt ausgelassenen Menge noch diejenige hinzu welche bereits vorher ausgelassen war, so erhält man die zu der ersten Bestimmung der Drehung zugehörige Dichte.

Die vorstehend entwickelte Methode zur Bestimmung von D ist indess noch mit einem Fehler behaftet.

Bei den hohen von uns angewandten Drucken wird jedenfalls vom Glycerin im Eisenrohr eine gewisse Menge

Gas absorbirt. Wird nun das Gas aus dem Apparat ausgelassen, so wird von dem vom Glycerin absorbirten mehr oder weniger frei werden und austreten und mithin die Dichte des Gases grösser gefunden werden als sie in Wirklichkeit beim Versuch war. Es ist wohl möglich, dass die Abweichungen welche unsere Bestimmungen der Drehungen für ein Gas unter einander zeigen hauptsächlich durch einen daher rührenden Fehler in der Bestimmung der Dichte verursacht sind.

Wir würden diesen Fehler haben vermeiden können wenn wir statt Glycerin Quecksilber angewendet hätten. Da aber die Stiefel und Ventile unserer Presse aus Messing gefertigt waren, so mussten wir von der Benutzung von Quecksilber absehen.

§ 4.

Messung der Stromstärke.

Wir benutzten als Stromquelle bei den unten mitgetheilten Versuchen durchgehends 32 Bunsen'sche Elemente, deren Enden zu dem grossen Quecksilbercommutator S Fig. 1 führten, so dass der Strom beim Beobachten bequem vom Beobachter umgekehrt werden konnte. Wir gebrauchten abwechselnd 2 Batterien mit etwas ungleich grossen Elementen.

Um die Versuche unter einander vergleichbar zu machen, war es nöthig bei jedem Versuch die Stärke des Stromes in den Rollen zu bestimmen. Wir fanden es am bequemsten die Stromintensität in folgender Weise in willkürlichem Mass zu messen. Vor jedem Versuch und nach demselben schalteten wir in den Stromkreis eine kleine Drahtrolle T Fig. 1 ein und massen die electromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in einer 5^{cm} langen Säule von flüssigem Schwefelkohlenstoff die in die Drahtrolle gelegt wurde. Aus den Beobachtungen vor und nach jedem Ver-

such wurde das Mittel genommen. Wir haben die Stromintensität in unsern Rollen dem Betrage dieser Drehung proportional gesetzt; es war dies zulässig, da der Widerstand der eingeschalteten Drahtrolle sehr klein gegen den Widerstand der grossen Rollen und der Elemente war.

In den folgenden Versuchen sind die Stromstärken einfach in Graden Drehung in Schwefelkohlenstoff angegeben. Die in den Gasen beobachteten Drehungen sind dann alle auf ein und dieselbe Stromstärke reducirt nämlich auf diejenige, bei welcher das Röhrchen mit Schwefelkohlenstoff in der Drahtrolle T eine Drehung von $3^{0},8$ bei Wechsel des Stromes zeigt. Um das Drehungsvermögen der Gase mit demjenigen anderer Körper zu vergleichen haben wir nach Beendigung unserer Versuche noch ein Glasrohr mit Schwefelkohlenstoff in die 12 Rollen des Apparates eingeschoben, welches gleiche Länge mit dem Kupferrohr hatte und die Drehung im flüssigen Schwefelkohlenstoff dieses Rohres bestimmt. Damit ist dann, wenn auch diese Drehung auf die Stromstärke $3^{0}\,8$ reducirt wird, das Verhältniss der Drehung in Schwefelkohlenstoff und in den verschiedenen Gasen gegeben. Da erstere von Gordon*) in absolutem Mass bestimmt ist, so sind damit auch unsere Beobachtungen in den Gasen ohne Weiteres auf absolutes Mass zurückführbar.

Die Verhältnisse der Drehungen in den Gasen und in Schwefelkohlenstoff sind im letzten Paragraphen gegeben.

Schliesslich möge hier nochmals erwähnt werden, dass wir als Lichtquelle immer Drummond'sches Kalklicht benutzten. Mit Hülfe von Linsen verschafften wir uns ein dünnes möglichst paralleles Lichtbündel welches durch das Versuchsrohr geschickt wurde.

---

*) Philos. Transact. 1877 I. pag. 1.

§ 5.

Die Versuche.

1) Sauerstoff. —

Der Sauerstoff wurde in gewohnter Weise aus chlorsaurem Kali und Braunstein bereitet. — Es wurden 2 Füllungen des Beobachtungsrohres vorgenommen, mit der ersten sind die beiden ersten der nachfolgenden Versuche, mit der zweiten ist der 3te Versuch ausgeführt. —

Versuch 1.

Stromstärke:	3° 50
Dichte:	70
Drehung:	3,65 Scalentheile
	4,75
	4,50
	5,25
	4,80
	3,75
Mittel	4,45 = 0° 38′

Versuch 2.

Stromstärke;	3° 83
Dichte:	237
Drehung:	14,30
	15,55
	15,65
	13,60
	13,90
Mittel	14,60 = 2° 5′

Versuch 3.

Stromstärke:	3° 82
Dichte:	190
Drehung:	12,10
	11,35
	13,05
	10,25
	15,00
	13,95
Mittel	12,62 = 1° 48′

Die Drehung findet Statt im Sinne des positiven Stromes. Es ist jedenfalls ein bemerkenswerthes Resultat, dass der stark magnetische Sauerstoff die Polarisationsebene in demselben Sinne dreht wie stark diamagnetische Substanzen.

2. Wasserstoff.

Es wurden gleichfalls 2 Füllungen mit Wasserstoff, der aus reinem Zink und reiner Schwefelsäure dargestellt war, gemacht und wurde mit jeder Füllung bei 2 verschiedenen Drucken die Drehung beobachtet.

Versuch 4.

Stromstärke:	3° 47
Dichte:	199
Drehung:	10,00
	11,20
	11,55
	15,20
	11,10
Mittel	11,81 = 1° 41′

Versuch 5.

Stromstärke:	3° 28
Dichte:	121
Drehung:	7,30
	4,60
	5,45
	7,00
	5,00
	6,40
Mittel	5,96 = 0° 51′

Versuch 6.

Stromstärke:	3° 25
Dichte:	210
Drehung:	10,90
	13,00
	12,80
	10,70
	9,65
	10,50
Mittel	11,26 = 1° 36′

Versuch 7.

Stromstärke:	3° 25
Dichte:	139
Drehung:	7,20
	5,85
	7,90
	6,50
	6,60
	5,95
Mittel	6,67 = 0° 57.

Die Drehung findet statt im Sinne des positiven Stromes. —

3. Sumpfgas.

Das Sumpfgas war bereitet durch Erhitzen eines Gemisches von essigsaurem Natron und Natronkalk in einem eisernen Rohr. Das Gas enthielt jedenfalls, trotzdem bei der Bereitung mit grosser Sorgfalt verfahren wurde, nicht unbedeutende Mengen Wasserstoff, und vielleicht andere Kohlenwasserstoffe. Eine Analyse des Gases konnte leider nicht gemacht werden, da 2 Proben desselben, die für Analyse in Glasröhren eingeschmolzen waren, durch Zerbrechen der Glasröhren verloren gingen.

Versuch 8.

Stromstärke:	3° 79
Dichte:	190
Drehung:	37,35
	38,45
	37,30
	36,75
	35,60
	35,95
Mittel	36,90 = 5° 15′

Versuch 9.

Stromstärke:	3° 68
Dichte:	113
Drehung:	17,85
	14,90
	16,00
	15,75
	18,15
	15,40
Mittel	16,34 = 2° 32′.

Die Drehung erfolgt im Sinne des positiven Stromes.

4. Kohlenoxyd.

Das Kohlenoxyd wurde aus Blutlaugensalz und Schwefelsäure bereitet. Nachdem das Gas mehrmals durch Wasser gegangen war enthielt es keine schweflige Säure und nur noch eine geringe Spur von Kohlensäure.

Versuch 10.

Stromstärke:	3° 34
Dichte:	222
Drehung:	22,75
	22,25
	21,00
	21,90
	18,40
	21,55
	22,15
Mittel	21,43 = 3° 3′

Versuch 11.

Stromstärke:	2° 41
Dichte:	172
Drehung:	13,45
	12,50
	14,70
	12,25
	13,05
	12,10
Mittel	13,01 = 1° 51′

Die Drehung erfolgt im Sinne des positiven Stromes.

5. Atmosphärische Luft.

Versuch 12.

Stromstärke:	2° 53
Dichte:	227
Drehung:	14,80
	13,05
	13,75
	12,40
	12,75
	12,30
Mittel	13,18 = 1° 53′

Versuch 13.

Stromstärke:	2° 26
Dichte:	144
Drehung:	6,25
	7,10
	6,60
	5,00
	7,10
	6,50
Mittel	6,43 = 0° 55′

Die Drehung erfolgt im Sinne des positiven Stromes.

§ 6.

Zusammenstellung der Resultate und Discussion derselben.

Um die vorstehenden Versuchsresultate auf bekanntes Maass zurückzuführen, haben wir, wie bereits oben bemerkt wurde, in einem Glasrohr, welches genau die Länge des Kupferrohres hatte, und welches in die 12 Rollen eingeschoben wurde, die Drehung des flüssigen Schwefelkohlenstoffs bestimmt. Da dieselbe beträchtlich war, so haben wir

nicht weisses Licht sondern Natronlicht genommen und für dieses die Drehung im Schwefelkohlenstoff ermittelt.

Es ergab sich bei Stromwechsel eine Drehung von 61°15 bei einer Stromstärke von 3°70, folglich reducirt auf die Stromstärke von 3°8, 62°48'. Die 6te und 7te Columne der nachfolgenden Tabelle sind mit Hülfe dieses Werthes berechnet. Da das Glasrohr, in welchem die Drehung des flüssigen Schwefelkohlenstoffes bestimmt wurde, ohne ein übergeschobenes Eisenrohr in die Drahtrollen gebracht war, während das Kupferrohr von einem Eisenrohr umgeben war, so bemerken wir noch, das wir durch besondere Versuche einen etwaigen Einfluss des Eisenrohres festzustellen suchten. Wir fanden, dass die Drehung in den Gasen nicht merklich verschieden war, mochte das Kupferrohr von dem eisernen umgeben sein oder nicht. In der Tabelle in der die Beobachtungen des vorigen Paragraphen zusammengestellt sind bedeutet:

D die Dichte des Gases wie dieselbe oben definirt wurde.

J die in oben angegebener Weise gemessene Stromstärke.

R die Drehung der Polarisationsebene in Graden und Minuten bei Stromwechsel.

Δ die Dichte bei welcher die Drehung des Gases in unserem Apparat bei einer Stromstärke von 3°8, einen Grad betragen würde, berechnet unter der Annahme, dass die Drehung der Dichte proportional ist.

d die Dichte bei welcher das betreffende Gas ein electromagnetisches Drehvermögen gleich dem des Schwefelkohlenstoffs haben würde.

S die reciproken Werthe von d also die Drehung der Gase beim Druck einer Atmosphäre, diejenige des Schwefelkohlenstoffs gleich 1 gesetzt. Die Zahlen unter S sind also auch proportional den Drehungen welche unter gleichen

Umständen durch je ein Molecül der verschiedenen Gase hervorgebracht werden.

D	J	R	Δ	d	S
		Wasserstoff.			
121	3°28	0°51′	123		
139	3·10	0°57′	119		
199	3,47	1°41′	108		
210	3,25	1°36′	112		
		Mittel	115,5	7253	0,0001379
		Sauerstoff.			
70	3°50	0°38′	102		
190	3°82	1°48′	106		
237	3°83	2° 5′	115		
		Mittel	108	6782	0,0001474
		Atmosph. Luft.			
144	2°26	0°55′	94		
227	2°53	1°53′	81		
		Mittel	87,5	5495	0,0001819
		Kohlenoxyd.			
172	2°41	1°51′	59		
222	3°34	3° 3′	64		
		Mittel	61,5	3862	0,0002589
		Sumpfgas.			
113	3°68	2°32′	43		
190	3°79	5°15′	36		
		Mittel	39,5	2481	0,0004031

In dieser Zusammenstellung treten die in der Einleitung gegebenen Resultate klar zu Tage.

Wie eine Vergleichung der Zahlen unter S mit den Brechungsexponenten der Gase zeigt, ist die electromagnetische Drehung um so grösser je grösser der Berechnungsexponent. Eine bestimmte numerische Beziehung zwischen der Drehung und dem Brechnungsexponenten oder anderen physikalischen Constanten der Gase haben wir indess nicht auffinden können.

Bezüglich des Vergleichs des Drehungsvermögens der Gase mit dem des Schwefelkohlenstoffs ist noch zu bemerken, dass dasjenige des Letzteren für Natronlicht ermittelt wurde, während bei den Versuchen mit den Gasen weisses

Licht benutzt ist. Bei letzteren Versuchen wurde auf das Minimum der Dunkelheit, und, wenn deutliche Dispersion bei der Drehung bemerkbar war, wie weiter oben angegeben, auf den Uebergang von Blau auf Roth eingestellt. Es ist also auch bei den Gasen die Drehung der hellsten Strahlen des Spectrums, d. h. des mittlerem Gelb bestimmt. —

Es würde gewiss Interesse bieten mit unserem, in geeigneter Weise verbesserten Apparat die Drehung für Strahlen verschiedener Wellenlänge bei verschiedener, möglichst genau bestimmter Dichte für einige Gase zu ermitteln.

Statt der Turmaline müsste man, wenn man einen neuen Apparat ausführen liesse, Nicol'sche oder Jellet'sche Prismen im Innern des Rohres anbringen. —

Im Anschluss an den Nachtrag zu unserer ersten Mittheilung (cf. diese Berichte 1879 pag. 30) fügen wir noch folgende Bemerkung an:

In jenem Nachtrag haben wir angegeben, dass es möglich sein möchte im erdmagnetischen Feld in der Atmosphäre die electromagnetische Drehung der Polarisationsebene zu bestimmen. —

Die oben gegebene Zahl für die Luft gestattet zu berechnen wie gross die Drehung in der Atmosphäre im erdmagnetischen Feld des mittleren Europa sein würde.

Nach H. Becquerel*) beträgt die Drehung durch die Horizontalcomponente des Erdmagnetismus für 2,5 Meter Schwefelkohlenstoff 3,25 Minuten, nach Gordon 3,8 Minuten. Nimmt man die kleinere von beiden Zahlen, so giebt sich für ein Kilometer Schwefelkohlenstoff 21°,67 also nach der obigen Tabelle für einen Kilometer Luft 0,2366 Minuten, mithin würden 253 Kilometer Luft in der Nord-Süd-Richtung eine Drehung von 1° geben. Es wäre nicht unmöglich, aber immerhin schwierig, diese Drehung auf einer kürzeren Strecke nachzuweisen. —

*) Compt. Rend. LXXXVI. 1075.

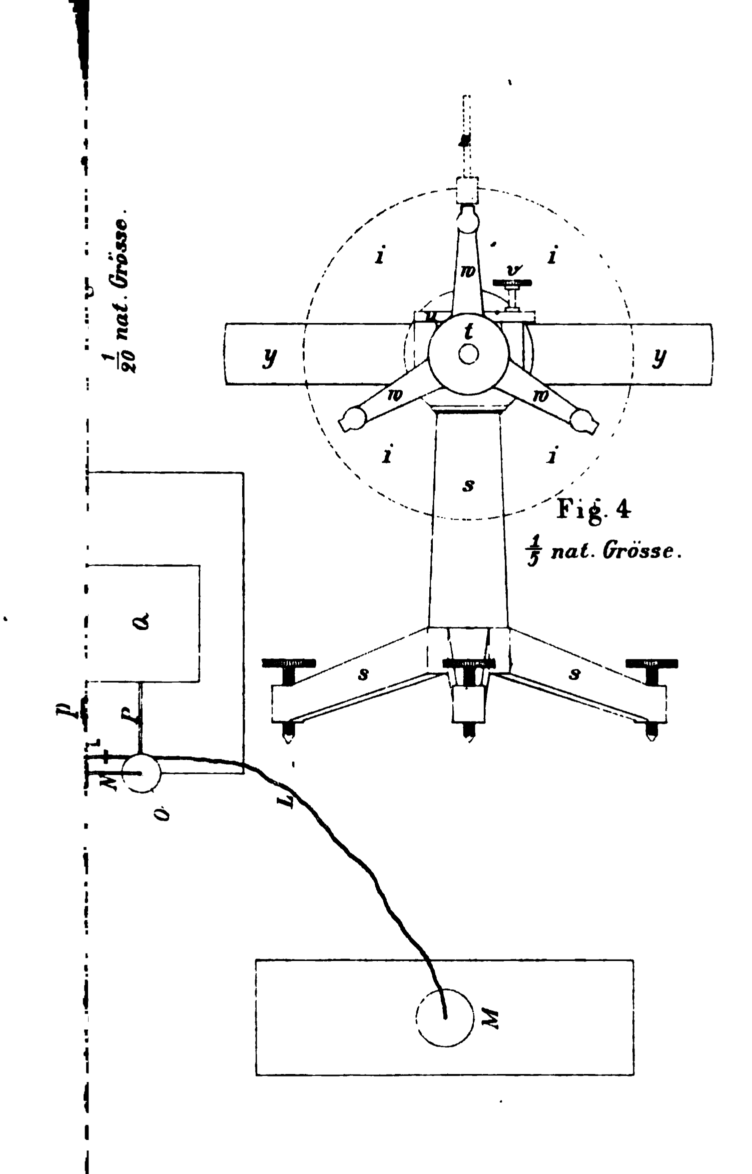


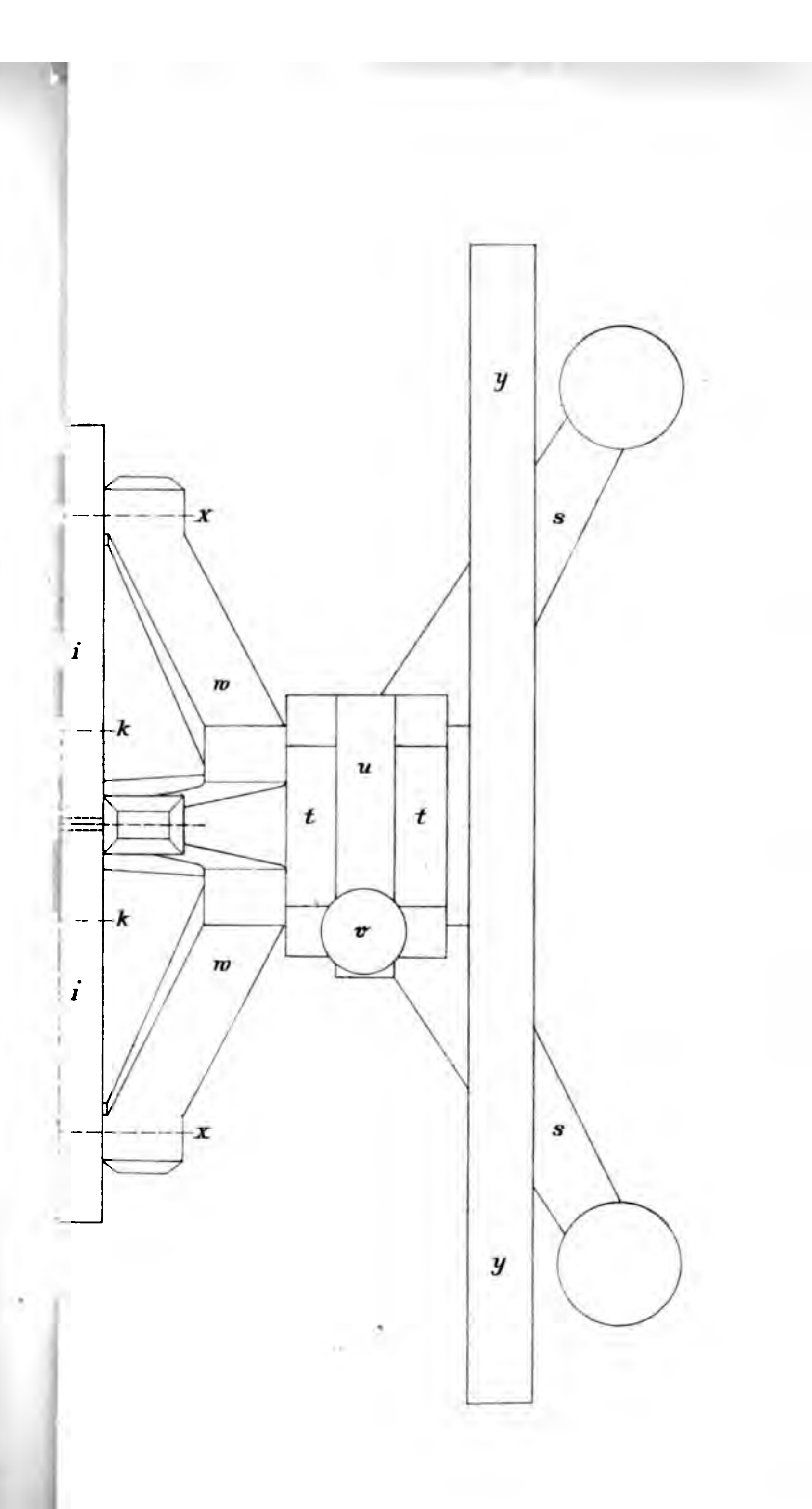
Fig. 4
$\frac{1}{5}$ nat. Grösse.

i

k

k

i


y
x
s
i
w
k
u
t
t
k
v
w
i
x
s
y



Herr v. **Jolly** bespricht die vorgelegte Abhandlung:

„**Ueber allmähliche Ueberführung des Bandenspectrums des Stickstoffs in ein Linienspectrum**" von A. **Wüllner**, corr. M.

§ 1.

In der Auffassung der Spectralerscheinungen, welche die durch den Inductionsstrom zum glühen gebrachten Gase darbieten, stehen sich zwei Ansichten einander gegenüber Die eine ist im Grunde die ursprünglich von Ångström ausgesprochene, der für ein bestimmtes Gas anfänglich nur ein einziges, und zwar ein aus einzelnen Linien bestehendes Spectrum als möglich annahm. Die von Plücker und Hittorf beschriebenen Bandenspectra glaubte er Verunreinigungen zuschreiben zu müssen, wie er denn speciell das Bandenspectrum des Stickstoffes einer Oxydationsstufe desselben zuschrieb. Diese Oxydationsstufe glühe als solche, wenn der Strom ohne Funken durch das Gas gehe, sie werden zerrissen durch den Funken und der Stickstoff gebe dann für sich glühend das Linienspectrum des Stickstoffes.

Später hat dann Ångström im Jubelband von Poggendorffs Annalen es als möglich zugegeben, dass ein einfacher Körper beim Glühen im gasförmigen Zustande mehrere Spectra liefern könne. Er nahm dann aber an, dass der Körper mit sich selbst Verbindungen eingehe, also isomere Verbindungen bilde, und diese isomeren Verbindungen liefern dann die verschiedenen Spectra.

Dieser Auffassung der Spectralerscheinungen hat sich dann im Wesentlichen Herr Lockyer angeschlossen, der sie dahin präcisirte, dass im Linienspectrum das einzelne Atom wirksam sei, in den canellirten und continuirlichen Spectren Anhäufungen von Molekülen.

Ich habe eine solche zur Erklärung der verschiedenen Spectralerscheinungen ersonnene Hypothese nicht für nöthig gehalten, sondern geglaubt die verschiedenen Spectralerscheinungen der einfachen Gase aus dem Kirchhoff'schen Satze ableiten zu können. Nachdem Herr Zöllner darauf aufmerksam gemacht hatte, dass das von einer strahlenden Gasschicht ausgesandte Licht wesentlich von der Dicke und Dichte der Schicht abhängig sein müsse, habe ich nach Constatirung der Thatsache, dass das Linienspectrum der von mir untersuchten einfachen Gase nur bei dem eigentlichen elektrischen Funken sich zeigt, das Bandenspectrum dagegen, wenn im Gase das positive Büschellicht auftritt, die verschiedenen Spectra dem Unterschiede in der strahlenden Schicht zugeschrieben. Im Funken leuchten nur die direkt von dem Funken getroffenen Moleküle, also fast nur eine lineare Molecülreihe. Desshalb können sich nur die der Temperatur des Funkens entsprechenden absoluten Maxima des Emissionsvermögens im Spectrum zeigen. Wird dagegen in dem positiven Büschellicht die ganze in der betreffenden Spectralröhre eingeschlossene Gasmasse leuchtend, so sendet stets eine relativ dicke Schicht Licht aus; es müssen sich daher in dem Spectrum alle Lichtarten zeigen, für welche bei der betreffenden Temperatur das Emissionsvermögen überhaupt von Null verschieden ist. Da das leuchtende Gas aber immer eine relativ sehr kleine Dichtigkeit hat, so muss sich in dem Spectrum jeder Unterschied des Emissionsvermögens für die einzelnen Lichtarten zeigen, die Spectra müssen reich schattirt sein, wie wir es in der That bei den Bandenspectris der Gase finden.

Als einen weiteren Beweis für die Richtigkeit dieser meiner Auffassung habe ich die Spectra des Joddampfes angesehen. In einer Wasserstoffflamme zum glühen gebracht, gibt der Joddampf das negative Absorptionsspectrum, welches ganz denselben Charakter hat, wie die Bandenspectra der Gase; durch den Funken zum glühen gebracht, geben die leuchtenden Jodmoleküle ein aus einzelnen hellen Linien bestehendes Spectrum.

§ 2.

Diese Erklärung stützt sich auf die von Herrn Zöllner zuerst entwickelte Gleichung für die Menge der von einer strahlenden Schicht von der Dicke d und der Dichte δ ausgesandte Lichtmenge E einer bestimmten Wellenlänge. Ist α das Absorptionsvermögen einer Gasschicht, deren Dicke und Dichte gleich eins ist bei irgend einer Temperatur für die betreffende Wellenlänge, ist e das Emissionsvermögen eines vollkommen schwarzen Körpers für dieselbe Wellenlänge bei derselben Temperatur, so ist

$$E = (1 - (1 - \alpha)^{d\delta}) e.$$

Diesem Ausdrucke liegt ausser dem Kirchhoff'schen Satze nur die Annahme zu Grunde, dass die Absorption des Lichtes bei Vermehrung der Dichte einer Schicht und constanter Dicke gerade so zunimmt, wie bei Vermehrung der Dicke und constant erhaltener Dichte.

Das Spectrum, welches eine glühende Gasschicht bei einer bestimmten Temperatur liefert, wird darnach durch eine Summe von Gliedern der obigen Form dargestellt, deren Zahl so gross ist, als es überhaupt sichtbare Wellenlängen gibt. Aus dieser Summe fallen nur die Glieder aus, welche Wellenlängen entsprechen, für die der Werth α bei dem betreffenden Gase und der betreffenden Temperatur absolut gleich null ist.

Dieser Ausdruck für das von einer glühenden Gasschicht gelieferte Licht zeigt, dass es für ein Gas überhaupt kein bestimmtes Spectrum gibt, dass vielmehr das Spectrum je nach den Werthen von d und δ, immer gleiche Temperatur vorausgesetzt, sehr verschieden sein muss, wenigstens dann, wenn das Absorptionsvermögen nicht lediglich für einige wenige Wellenlängen von null verschieden ist. Nur im letztern Falle würde das Spectrum des Gases unabhängig von der Dicke und Dichte der strahlenden Schicht lediglich aus einer begrenzten Zahl heller Linien bestehen, wie es früher Ångström annahm.

Ist aber α für alle oder doch eine grosse Zahl von Wellen von null verschieden, so kann das Gasspectrum nur dann aus einzelnen hellen Linien bestehen, wenn sehr dünne Gasschichten von sehr geringer Dichte leuchten, wie es eben der Fall ist, wenn nur die im elektrischen Funken getroffene Molekularreihe leuchtet. Wächst Dichte oder Dicke der leuchtenden Schicht, so muss das Spectrum immer reicher werden, es müssen nach und nach neue Wellen zu den schon vorhandenen hinzu treten und schliesslich muss das Spectrum ein continuirliches werden.

Es sind demnach in gewisser Weise zwei Grenzfälle, welche wir im Linien- und Bandenspectrum eines Gases beobachten, in gewisser Weise, denn wir können im positiven Büschellicht immerhin nur sehr begrenzte Dicken und Dichten des Gases auf solche Temperaturen bringen, dass sie hinreichend helles Licht aussenden.

§ 3.

Dieser Auffassung der Banden- und Linienspectra der Gase bietet sich nur eine Schwierigkeit dar und zwar in dem Umstande, dass die Linien des Linienspectrums keineswegs gerade den Helligkeitsmaximis des Bandenspectrums entsprechen. Und gerade dieser Umstand ist es wohl, der

zu der Ansicht geführt hat, der Kirchhoff'sche Satz reiche zum Verständniss der von den Gasen gelieferten Spectra nicht aus, es bedürfe vielmehr zur Erklärung derselben einer neuen Hypothese. So meinen Ångström und Thalen, dass mit wachsender Dicke und Dichte der strahenden Schichte das Spectrum wohl an Reichhaltigkeit zunehmen könne, dass aber einmal vorhandene Linien nicht verschwinden könnten. Dass, wenn bei constanter Temperatur des Gases die Dicke oder Dichte der strahlenden Schicht zunimmt, Wellen, welche bei geringerer Dichte im Spectrum sich zeigen, nicht verschwinden können, unterliegt bei obiger Auffassung der Spectralerscheinungen keinen Zweifel; es ist aber sehr wohl möglich, dass Linien des Linienspectrums nicht mehr als scharfe Linien erscheinen. Sie werden als solche verschwinden, wenn das Absorptionsvermögen der neben liegenden Wellen hinreichend ist, um an der Stelle der Linien ein helles Feld zu entwickeln, wenn die Werthe von d oder ϑ gross genug sind.

Dass die Dicke und Dichte dann immer noch sehr klein sein können, folgt daraus, dass das Linienspectrum von einer fast linearen Molekülreihe geliefert wird. Indess müssten dann doch, so lange Dicke und Dichte der Schicht nicht sehr gross sind, diese Wellen als Maxima vor den übrigen hervorragen. Das ist nun, wie die Vergleichung der Linien- und Banden-Spectra zeigt, allerdings nicht der Fall. Indess ist dabei zu beachten, dass die Linien- und Bandenspectra, die wir beobachten einer sehr verschiedenen Temperatur angehören, dass die Temperatur des Funkens, der das Linienspectrum liefert, eine sehr viel höhere ist als diejenige des positiven Büschellichtes. Mit steigender Temperatur wächst ohne Zweifel das Absorptionsvermögen der Körper für alle Wellenlängen und damit das Emissionsvermögen, das zeigen uns alle Erfahrungen.

Dabei ist nun durchaus nicht erforderlich, ja nicht

einmal wahrscheinlich, dass das Absorptionsvermögen für alle Wellen in derselben Weise wächst, dass also das Verhältniss der Werthe von α für die verschiedenen Wellen bei allen Temperaturen dasselbe bleibe. Sowie aber eine solche Veränderung eintritt, muss sich auch oder kann sich wenigstens eine Verschiebung der Maxima zeigen. Eine solche Verschiebung der Maxima ist es aber nur, wenn die hellen Linien des Linienspectrums an anderen Stellen liegen als die Helligkeitsmaxima des Bandenspectrums. In dieser Weise können also Linien des Linienspectrums im Bandenspectrum wirklich verschwinden, indem an der betreffenden Stelle des Bandenspectrums eine gleichmässige Beleuchtung eintritt, oder selbst eine geringere Helligkeit als an benachbarten Stellen sich zeigt.

§ 4.

So ungezwungen sich nach dem vorigen die Spectralerscheinungen der Gase aus dem Kirchhoff'schen Satze ergeben, so hat Herr E. Wiedemann [1]) sich doch dagegen aussprechen zu müssen geglaubt, indem er auf Grund eines Versuches des Herrn Lockyer die Annahme der Aequivalenz von Dicke und Dichte der strahlenden Schicht, welche der im § 2 angeführten Gleichung zu Grunde liegt, als nicht zulässig ansieht.

Zunächst ist dazu zu bemerken, dass meine Auffassung der Spectralerscheinungen keineswegs die volle Aequivalenz von Dicke und Dichte der strahlenden Schicht verlangt; sie setzt nur die doch wohl unbezweifelbare Thatsache voraus, dass mit der Dicke der absorbirenden Schicht die Absorption, somit auch mit der Dicke der strahlenden Schicht die Menge des ausgesandten Lichtes zunimmt. Ob die Zunahme ganz dieselbe ist wie bei wachsender Dichte oder nicht, das ist ziemlich gleichgültig; jedenfalls wird bei zu-

1) Annalen der Physik, neue Folge Bd. V. p. 512.

nehmender Dicke der strahlenden Schicht und constanter Dichte das Spectrum durch eine Summe von Gliedern ähnlicher Form dargestellt, und damit muss der Gang der Spectralerscheinungen der vorhin geschilderte werden.

Dass innerhalb der bei den Gasspectren vorkommenden Dichten und Dicken der strahlenden Schicht die Aequivalenz soweit vorhanden ist, wie sie bei der gegebenen Erklärung der Spectralerscheinungen angenommen werden muss, das haben die Messungen der Herren Bunsen und Roscoe über die Absorption der chemisch wirksamen Strahlen im Chlor gezeigt; nach denselben ist der Exstinctionscoefficient des Chlors unter einem Drucke von 760 mm doppelt so gross als wenn das Chlor mit dem gleichen Volumen Luft gemischt ist. Das heisst nach der Definition des Exstinctionscoefficienten, dass in Chlorgas von halber Dichte die Intensität des Lichtes auf dem doppelten Wege in demselben Grade, auf 0,1, geschwächt wird als im Chlorgas von einfacher Dichte [1]).

Ebenso haben die Herren Bunsen und Roscoe bei ihren photochemischen Untersuchungen auf's neue den Beweis geliefert, dass in einer Schicht gegebener Dicke und Dichte die Absorption der Intensität des in die Schicht eintretenden Lichtes proportional ist [2]). Der im § 2 angeführten Gleichung liegt aber, soweit sie von der Dicke der Schicht abhängig ist, nichts anders als dieses Gesetz zu Grunde.

Dem gegenüber kann der Versuch des Herrn Lockyer, nach welchem die Absorptionslinien durch Natriumdampf in dem Spectrum des elektrischen Flammbogens nicht erheblich breiter wurde, wenn das Licht durch eine 5 Fuss lange Röhre gegangen war, als wenn es eine kurze Röhre

---

1) Bunsen und Roscoe. Photochem. Untersuch. IV Abh. Poggend. Ann. CI.

2) Bunsen und Roscoe a. a. O.

durchstrahlt hatte, keinen Beweis bilden, dass die Absorption nicht mit der Dicke der strahlenden Schicht wächst. Der Versuch beweist nichts, als dass unter den Umständen des Versuchs sich das Absorptionsvermögen des Natriumdampfes auf anderes Licht als das gelbe noch nicht merklich machte. Man kann das nach den Versuchen der Herren Roscoe und Schuster sowie Lockyer selbst nur dem Umstande zuschreiben, dass der Natriumdampf in der betreffenden Röhre eine sehr geringe Dichte gehabt hat.

Dass die Absorption des Natriumdampfes bei wachsender Dichte und Dicke der Schicht ganz in der von der Theorie verlangten Weise zunimmt, das geht deutlich aus den Versuchen der Herren Schuster und Roscoe über die Absorption im Kaliumdampfe und Natriumdampfe hervor. Dieselben brachten in mit Wasserstoff gefüllten Glasröhren zunächst metallisches Kalium zum Verdampfen, und erhielten, als die Röhren vor den Spalt des Spectralapparates gebracht waren, ein durch eine bestimmte Zahl von Absorptions-Banden characterisirtes Spectrum. Bei einem zweiten Versuche wurde das Kalium in eine Eisenröhre gebracht, welche an ihren Enden mit Glasplatten geschlossen war, und durch welche das Licht, nachdem die Röhre glühend gemacht war, der Länge nach hindurchging. Die Herren sagen dann, ich citire nach D'Almeida journal de physique, da mir die Proceedings of the royal Society nicht zu Gebote stehen, Bd. III, p. 344: Par suite, sans doute, de la plus grande épaisseur et de la plus haute pression de la vapeur les bandes vues par la methode précedente ne purent pas être resolues à l'aide du petit spectroscope employé, la totalité du rouge etant absorbée tandis qu'une large bande d'absorption se voyait dans le jaune verdâtre occupant la place du groupe V.

Ganz ebenso war es mit der Absorption des Natriumdampfes; in den Glasröhren eingeschlossener Natriumdampf

lieferte die bestimmbaren Banden: Aussitôt que le métal entra en ebullition une serie de bandes apparurent dans le bleu et bientôt après se montrèrent des bandes dans le rouge et le jaune s'étendant jusqu'aux lignes D...

Quand on examine la vapeur du sodium dans un tube de fer chauffé au rouge la lumière Drummond vue à travers cette vapeur parait d'un bleu sombre; si l'on chasse cette vapeur à l'aide d'un courant d'hydrogène la couleur devient plus claire et les rayons peuvent être analysés au spectroscope. — Nach einer Beschreibung der gesehenen Absorptionsbanden fügen die Herren dann noch hinzu: „Quand la vapeur du sodium devient moins dense elle transmet plus de lumiere et l'on voit des bandes d'absorption déjè observées par l'autre methode.

Da diese geringere Dichtigkeit des Dampfes hervorgehoben wird, nachdem schon ein Theil des Dampfes durch den Wasserstoffstrom verjagt ist, so wird man schliessen müssen, dass der Dampf in dem Eisenrohr weniger dicht war als in dem Glasrohr in welchem das Metall im Sieden war, da nach den Lehrbüchern der Chemie das Natrium zum Destilliren schwache Rothglühhitze verlangt. Dann würde dieser Versuch direkt die erforderliche Aequivalenz von Dicke und Dichte beweisen.

Ebenso wenig beweist der Versuch des Herrn Lockyer mit Joddampf gegen die mit der Dicke der Schicht zunehmende Absorption, als er bei einer $5^1/_2$ Fuss dicken Schicht nichts von den Banden continuirlicher Absorption sah, als die Röhre eine Temperatur von 59° F oder 10,5° C hatte. Wir kennen zwar nicht die Spannungscurve des Joddampfes, sicher ist aber bei 10° C die Spannung und damit die Dichte des Dampfes minimal. Um den Einfluss der Dicke der absorbirenden Schicht beim Joddampf zu erkennen, bedarf es nur der Anwendung eines mit einem Halse versehenen Ballons. Erhitzt man denselben möglichst gleichmässig mit nach unten gehaltenem Halse, so dass in demselben der

Dampf sicher nicht minder dicht ist, als im Ballon, so zeigt der Hals dieselben Absorptionserscheinungen, welche der Ballon bei geringerer Dichte zeigt. Bei geringer Dampfdichte treten zunächst nur einige Linien im grün auf; vermehrt man die Dichte des Dampfes, so werden die Linien im grün dunkler und breiter und gleichzeitig zeigen sich Absorptionsstreifen in gelb. Hat man nun dem Dampf im Ballon eine solche Dichte gegeben, dass bei dem Vorhalten desselben vor den Spalt eben die Linien im gelb erscheinen, so erhält man bei Vorhalten des Halses nur die Linien im grün, wie sie bei geringerer Dichte im Ballon sich zeigten. Man kann so gerade mit dem Joddampf in sehr hübscher Weise erkennen, dass kleinere Dicken dichtern Dampfes gerade so absorbiren wie grössere Dicken weniger dichten Dampfes.

§ 5.

Dass man auch bei der Emmission des Lichtes von glühendem Joddampf diesen meiner Auffassung der Spectralerscheinungen zu Grunde liegenden Einfluss der Dichte der leuchtenden Schicht erkennen kann, habe ich bereits vor 16 Jahren gezeigt, als ich in dem Lichte, welches der in einer Wasserstoffflamme glühende Joddampf beobachtete. In Bezug auf dieses Spectrum heisst es Poggend Ann. Bd. CXX p. 164:

„Sorgt man nun dafür, dass der hellste Theil der Flamme vor der Spalte des Spectralapparates sich befindet, so genügt ein Blick in das Fernrohr desselben um die überraschende Aehnlichkeit in dem Character des Flammenspectrums und desjenigen des durch Joddampf hindurchgegangenen Tageslichts zu erkennen. Etwa von der der Fraunhofer'schen Linie C entsprechenden Stelle an erscheint das Flammenspectrum ebenso wie das Absorptionsspectrum aus abwechselnden hellen und dunklen Streifen stabgitterartig zusammengesetzt, am deutlichsten bis zum beginnenden grün. Das grün erschien viel continuirlicher, die dunklen Streifen

in demselben waren kaum zu erkennen. Viel deutlicher zeigen sich die letztern, wenn die Flamme bei geringerm Jodgehalte lichtschwächer war und wie erwähnt in grünlichem Lichte leuchtete. Die Uebereinstimmung im Character auch dieses Theiles der beiden Spectra trat dann deutlich hervor."

Gerade also wie die Absorption mit wachsender Dichte und Dicke der Schicht zunimmt, so auch die Emission; wie bei dem Durchstrahlen einer dünnen oder nur wenig Joddampf enthaltenden Schicht sich zunächst im grün dunkle Streifen zeigen, die dann bei wachsender Dichte oder Dicke einer continuirlichen Verdunklung Platz machen, so sieht man in dem Licht der Jodflamme, die wenig Jod enthält, in grün helle und dunkle Streifen, welche einem continuirlichen Lichte weichen, wenn der Dampf in der Flamme eine grössere Dichte hat.

§. 6.

Das Bandenspectrum des Stickstoffs zeigt, dass der Stickstoff in den Temperaturen, die wir durch die elektrische Entladung erhalten, ein ebenso ausgedehntes Absorptionsvermögen besitzt wie der Joddampf in niedrigen Temperaturen, denn das Bandenspectrum des Stickstoffs hat, wenn auch im einzelnen sehr verschieden, doch im wesentlichen denselben Charakter wie das des Joddampfes. Der Stickstoff muss deshalb vor allen übrigen Gasen sehr geeignet sein durch Untersuchung des von ihm ausgesandten Lichtes die Abhängigkeit der Spectralerscheinungen von der Dichte und Dicke der strahlenden Schicht des Gases zu zeigen, also den Beweis zu liefern, dass es kein constantes Spectrum des Stickstoffs gibt, dass es vielmehr ein bestimmtes Spectrum nur gibt bei bestimmter Dichte und Temperatur des Gases.

Schon in meiner ersten Mittheilung über das Stickstoffspectrum, ehe ich noch die Bedeutung der Dichtigkeit der

leuchtenden Schicht für das ausgesandte Licht erkannte, habe ich Poggend. Ann. Bd. CXXXV p. 525 erwähnt, dass wenn man den Druck im Innern einer Stickstoffröhre so klein macht, dass er nicht mehr messbar ist, die Helligkeit des Stickstoffspectrums geringer wird, und zwar derart, dass die dunklern Partieen zuerst erlöschen und schliesslich nur die hellsten Theile übrig bleiben. Ich habe damals schon hinzugefügt, dass das Spectrum sich dadurch in seinem Charakter demjenigen eines Spectrums zweiter Ordnung, wie Plücker die Linienspectra nannte, nähere, ohne dass es jedoch in das Stickstoffspectrum zweiter Ordnung übergehe, da keine neue und helle Linien auftreten. Ich habe indess damals den Verlauf der Erscheinungen nach dieser Richtung hin nicht genauer verfolgt, insbesondere nicht untersucht, ob in der That die hellen Theile, welche übrig bleiben, genau den Maximis des ausgebildeten Bandenspectrums entsprechen weil bei den mir zu Gebote stehenden Mitteln das Spectrum in diesen Drucken zu Messungen zu lichtschwach war. Ich habe desshalb jetzt in dem Sinne eine in's Einzelne gehende Untersuchung des von dem Stickstoff ausgesandten Lichtes vorgenommen, indem ich ausser stärkeren Inductionsströmen ein einfaches Mittel anwandte, um auch bei den geringsten von mir benutzten Gasdrucken das Spectrum zu Messungen hinreichend hell zu machen. Da die Temperatur des Gases, welche der Inductionsstrom erzeugt, mit abnehmendem Querschnitt des Rohres steigt, so wandte ich Spectralröhren mit sehr engem Querschnitt an, etwa 0,2 mm Durchmesser. Zu enge darf man indessen die Röhren nicht wählen, da dann der Strom beim Hindurchtreten sofort die capillare Röhre zertrümmert, wie es bei mehreren solcher Röhren eintrat, welche so enge genommen waren, wie sie sich überhaupt vor der Glasbläserlampe darstellen lassen. Der geringe Querschnitt musste nach meiner Auffassung den Verlauf der Erscheinungen auch unterstützen, indem dann schon

bei grösserer Dichte die Erscheinungen eintreten mussten, welche bei grösserem Querschnitte, vorausgesetzt, dass die Temperatur dort hinreichend ist, erst bei geringerer Dichte eintreten. Dass bei zu grossem Querschnitt die Erscheinungen sich nicht in der gleichen Weise entwickeln, werde ich später zeigen. Die angewandten Spectralröhren hatten im Uebrigen die gewöhnlich von mir benützte Form, indess liess ich dem capillaren Theil nur eine Länge von etwa 2 cm geben. Die mit Hähnen versehenen Röhren wurden dann in der früher von mir beschriebenen Weise mit der Geissler'schen Quecksilberluftpumpe verbunden, und um sie mit ganz reinem Stickstoff zu füllen, ganz in der Weise verfahren, wie ich es Poggend. Ann. Bd. CXLIX p. 105 angegeben habe. Der durch Verbrennen von Phosphor unter einer Glocke erhaltene Stickstoff wurde durch eine etwa 3 Stunden in Gluth erhaltene Eisendrahtspirale vollständig von Sauerstoff befreit.

Da mit abnehmender Dichte des Gases, von einer gewissen Verdünnung ab, der Widerstand in der Röhre steigt, so wächst mit derselben auch die Temperatur. Ist die Temperatursteigerung hinreichend, so muss der Versuch auch über das einzige hypothetische in meiner Auffassung der Spectralerscheinungen entscheiden, darüber nämlich, ob mit steigender Temperatur das Absorptionsvermögen für die verschiedenen Lichtarten in gleicher Weise wächst oder nicht. Ist das erstere der Fall, so müssen die relativen Maxima der Lichtstärke, die das voll ausgebildete Bandenspectrum zeigt, stets dieselben bleiben, die bei geringster Dichte übrig bleibenden Reste müssen den Maximis des Bandenspectrums entsprechen. Ist das letztere der Fall, so können im Bandenspectrum dunklere Partieen bei abnehmender Dichte die hellere werden, und das bei der stärksten Verdünnung noch Bleibende kann an ganz andern Stellen liegen als die Maxima des Bandenspectrums.

Es kam desshalb auf eine möglichst genaue Bestimmung

aller relativen Maxima im Bandenspectrum an. Zu dem Zwecke habe ich zwei verschiedene Prismen zu den Beobachtungen benutzt, das erste war das schon früher von mir angewandte Merz'sche Prisma von schwerem Flintglase, dessen brechender Winkel 60° 3′ 30″ ist. Mit demselben wurde stets die Minimalablenkung der gemessenen Stellen im Spectrum bestimmt, um aus diesen die Brechungsexponenten und Wellenlängen der gemessenen Stellen zu berechnen. Das zweite Prisma war ein Schröder'sches zum Direktsehen von einer ausgezeichnet starken Dispersion. Die Axe dieses Prismas wurde der Axe des Collimatorrohrs parallel ein- für allemal fest gelegt. Wegen der ausgezeichneten Dispersion konnte man mit demselben die schwächere Maxima und überhaupt Einzelheiten in dem Spectrum erkennen, welche mit dem einfachen Prisma gar nicht als gesondert wahrgenommen werden konnten. Um die mit dem zweiten Prisma gemachten Messungen auf Minimalablenkungen des Merz'schen zu reduciren, wurden 6 im Funkenspectrum des Stichstoffs und zwar gerade in dem Theile des Spectrums, auf den es hier vorzugsweise ankommt, liegende Linien mit grösster Genauigkeit in beiden Prismen bestimmt. Es ergab sich dann zur Reduction der im Schröder'schen Prisma bestimmten Linien auf das Merz'sche eine ziemlich einfache Interpotalionsformel, welche bis auf wenige Sekunden die in beiden gemachten Ablesungen übereinstimmen liess. Die Reduktionsformel hier anzugeben, hat kein Interesse, ich stelle nur die beobachteten und berechneten Werthe der 6 gemessenen Linien hier zusammen. Die Lage der Linien war im Prisma von

Schröder	Merz beob.	Merz berechn.
4° 55′ 27″	63° 0′ 22″	63° 0′ 22″
5° 51′ 43″	63° 17′ 48″	63° 17′ 56″
8° 38′ 55″	64° 8′ 24″	64° 8′ 23″
10° 23′ 45″	64° 38′ 48″	64° 38′ 49″

Schröder	Merz beob.	Merz berechn.
12° 43′ 30″	65° 18′ 24″	65° 18′ 4″
15° 14′ 5″	65° 58′ 40″	65° 58′ 37″

In einem Falle ist allerdings zwischen Beobachtung und Rechnung ein Unterschied von 20″; durch eine andere Interpolationsformel hätte man diesen Unterschied kleiner machen können, indess nur auf Kosten der so vortrefflichen Uebereinstimmung der andern Werthe Da nun gerade an der Stelle des Spectrums keine Details zu bestimmen waren, welche nicht direkt mit dem Prisma von Merz gemessen werden konnten, habe ich die obige Interpolation angewandt.

§. 7.

Zur Berechnung der Wellenlängen diente die Christoffel'sche Dispersionformel, deren Constanten aus den Brechungsexponenten und Wellenlängen der Linien H_α, H_β, H_γ des Wasserstofflinienspectrums berechnet wurden. Die Brechungsexponenten dieser drei Linien sind bei 18° C.

$$n_\alpha = 1{,}745544 \qquad n_\beta = 1{,}773720 \qquad n_\gamma = 1{,}791600$$

Diese Werthe sind etwas kleiner als die früher von mir angegebenen, welche ich im Sommer 1871 bestimmt hatte, [1]) entsprechend der Beobachtung des Herrn Tizean, dass bei Flintglas die Brechungsexponenten mit steigender Temperatur zunehmen.

Als Wellenlängen dieser drei Wasserstofflinien wurden eingesetzt

$$\lambda_\alpha = 656{,}7 \qquad \lambda_\beta = 486{,}2 \qquad \lambda_\gamma = 434{,}3$$

Bei der Berechnung der Dispersionsgleichung ergab sich, dass das ganze Spectrum sich nicht durch eine Glei-

1) Poggend. Ann. Bd. CXLIV. p. 485. Der Brechnungsexponent n_γ ist an der Stelle falsch angegeben. Aus der richtig angegebenen Minimalablenkung 67° 24′ 30″ folgt nicht der dort gegebene Werth $n_\gamma = 1{,}79268$, sondern der Werth $n_\gamma = 1{,}791908$.

chung darstellen lässt; berechnete man die Constanten n_0 und λ_0 der Christoffel'schen Gleichung aus α und γ, so wurde der berechnete Werth λ_β um etwa 2 Einheiten zu gross. Es wurden desshalb zwei Gleichungen berechnet, eine für die Strecke $\alpha-\beta$, eine zweite für die Strecke $\beta-\gamma$. Für die erstere waren die Constanten

$$\log n_0^2 = 0{,}7696856 \qquad \log \lambda_0^2 = 4{,}7586041$$

für die zweite

$$\log n_0^2 = 0{,}7689046 \qquad \log \lambda_0^2 = 4{,}7686779.$$

Mit den Constanten der ersten Gleichung ergeben sich die Wellenlängen der beiden Natriumlinien aus den Ablenkungen

D_1 . . . 62° 37′ 00″ zu 590,3
D_2 . . . 62° 37′ 30″ „ 589,8

Die Werthe liegen zwischen den von den Herren Ditscheiner und van der Willigen bestimmten, ein Beweis, dass die angewandten Dispersionsgleichungen die Wellenlängen innerhalb der Unsicherheitsgrenzen, welche die Messungen der Wellenlängen überhaupt haben, etwa 5 Einheiten der Decimalstelle, vollständig darstellen.

§. 8.

Das Resultat der Beobachtungen entspricht genau der vorhin dargelegten Auffassung der Spectralerscheinungen; es gibt in der That kein bestimmtes Stickstoffspectrum, sobald man bei hinreichend dünnen Schichten die Dichtigkeit des Gases unterhalb eine gewisse Grenze bringt. Das Bandenspectrum geht ganz schrittweise in ein Linienspectrum über, welches indess nicht das Linienspectrum des Funkens ist, sondern mit demselben nur eine gewisse Anzahl Linien gemein hat. Bei diesem Uebergange kann man dann gleichzeitig, an mehreren Stellen in besonders auffallender Weise die mit steigender Temperatur allmählig eintretende Verschiebung der Maxima der Helligkeit verfolgen, welche

bewirkt, dass in diesem Linienspectrum die Linien keineswegs an der Stelle der Helligkeitsmaxima im Bandenspectrum liegen.

Ich gebe desshalb zunächst eine genaue Beschreibung des vollständig ausgebildeten Bandenspectrums, wie es etwa dem Drucke von 5—10 mm entspricht, in demjenigen Theile, in welchem sich die Variabilität des Spectrums am auffallendsten zeigt, im grün und blau. Das Bandenspectrum des Stickstoffs beginnt bekanntlich in der Nähe der Fraunhofer'schen Linie C und besteht dann bis etwa zur Wellenlänge 575 aus einer Anzahl gleichartig schattirter Felder. Dieser Theil ist dann durch eine ziemlich dunkle bis etwa zur Wellenlänge 562 reichende Partie von den hellern grünen Feldern getrennt. Schon Plücker und Hittorf haben darauf aufmerksam gemacht, dass bei hinreichend vermindertem Drucke die rothen und gelben Partieen des Spectrums vollständig verschwinden; auch ich habe das stets so gefunden. Bei sehr geringer Dichte wird die rothe und gelbe Partie sehr dunkel und bei der Grenze, bei welcher im grün und blau die nachher zu erwähnenden Linien übrig bleiben, ist alles roth und gelb verschwunden. Eben deshalb habe ich auch diese Partie nicht im Einzelnen untersucht, da sie keine Entscheidung darüber geben kann, ob die bei stets abnehmender Dichte übrig bleibenden Reste des Bandenspectrums die Maxima desselben sind.

Die erwähnte schwachhelle Partie, welche das rothe und gelbe von dem hellern grün trennt, beginnt etwa bei der Wellenlänge 575 und reicht bis zur Wellenlänge 562; in derselben sind schwache Schattirungen zu sehen und von diesen zwei schwachhelle Linien, vielleicht Beginne von Feldern, zu messen, welche den Wellenlängen 571,7 und 566,9 entsprechen.

Es beginnt dann bei der

Ablenkung	Wellenlänge	Nähere Beschreibung.
63° 7′ 35″	561,9	Das hellere aus streifigen Feldern und Cannelirungen bestehende Spectrum. Das erste helle Feld hat an der Stelle
63° 8′ 30″	561,4	ein schwaches Maximum
63° 13′ 20″	557,5	Beginn des zweiten etwa 5,5 Min. breiten Feldes
63° 14′ 00	556,9	zweites schwaches Maximum des Feldes
		Das dritte helle Feld beginnt bei
63° 18′ 46″	553,0	mit einem Maximum. Auf diesem Felde ist bei
63° 19′ 22″	552,5	ein zweites und bei
63° 20′ 12″	551,9	ein drittes Maximum. Mit abnehmender Helligkeit reicht dieses Feld bis
63° 24′ 10″	548,8	wo mit einem ersten Maximum das folgende Feld beginnt. Das zweite Maximum dieses Feldes
63° 25′ 00	548,3	ist wohl etwas heller als das erste Maximum.
63° 25′ 55″	547,6	liegt das dritte schwächere Maximum.
		Es folgen dann drei unter sich fast genau gleiche Felder, wieder jedes mit drei Maximis, auf denen die Maxima etwas stärker hervortreten, weil die Felder unmittelbar vor den Maximis, das heisst an der weniger brechbaren Seite, verdunkelt erscheinen. Die Lage dieser Felder mit ihren Maximis ist
63° 29′ 58″	544,5	Erstes
63° 30′ 23″	544,1	zweites Maximum.
63° 32′ 11″	542,8	drittes
63° 34′ 22″	541,3	Erstes
63° 35′ 12″	540,6	zweites Maximum.
63° 37′ 16″	539,1	drittes
63° 39′ 18″	537,6	Erstes
63° 40′ 3″	537,1	zweites Maximum.
63° 41′ 46″	535,9	drittes
		Es beginnt dann mit einer hellen Linie, welche bei
63° 44′ 0″	534,3	liegt, ein wenig helles Feld, auf dem keine Schattirungen zu erkennen sind; dasselbe reicht bis

Ablenkung	Wellenlänge	Nähere Beschreibung.
63° 48' 30"	531,2	wo mit einer hellen Linie das folgende ebenfalls wenig helle und schwach schattirte Feld beginnt, das an seiner brechbarern Seite bei
63° 53' 40"	527,9	durch eine scharfe Linie begrenzt ist. Es folgt wieder ein schwach helles Feld, welches bei
63° 58' 00	524,8	durch eine helle Linie begrenzt ist. Auf dem mit dieser Linie beginnenden Felde sind wieder bei
63° 58' 57"	524,3	} schwache Maxima zu erkennen.
64 00 54"	522,9	
		Die zunächst folgenden Felder erscheinen wieder dreitheilig, es sind
64° 2' 47"	521,7	Erstes
64° 3' 33"	521,3	zweites } Maximum.
64° 5' 30"	520,0	drittes
64° 7' 34"	518,7	Erstes
64° 8' 18"	518,1	zweites, heller als das erste } Maximum.
64° 10' 17"	517,0	drittes
64° 12' 18"	515,8	Erstes
64° 12' 58"	515,3	zweites } Maximum.
64° 14' 54"	514,1	drittes
		Die beiden folgenden Felder sind lichtschwächer, sie erscheinen auch dreitheilig, es lassen sich aber nicht alle Maxima einstellen. Auf dem ersten ist
64° 16' 45"	513,0	Erstes
64° 17' 30"	512,0	zweites Maximum, und auf dem zweiten
64° 21' 26	510,2	Erstes
64° 25' 20"	508,0	drittes Maximum.

Von dem Beginne des folgenden hellen Feldes erhält das Spectrum das für den Stickstoff so charakteristische Aussehen der cannelirten Banden. Dieselben beginnen an der weniger brechbaren Seite mit breiter heller Linie und bestehen dann, wie Plücker und Hittorf schon angaben, und wie man bei starker Dispersion erkennt aus einer grossen

Ablenkung	Wellenlänge	Nähere Beschreibung.
		Zahl feiner heller Linien, welche im allgemeinen an der weniger brechbaren Seite der Felder heller sind und näher zusammen liegen, und dann weiter auseinander rücken je mehr man sich der brechbareren Seite des betreffenden Feldes nähert. Gerade diese eigenthümliche Vertheilung der Linien bewirkt die schöne Schattirung dieser Felder.
		Die erste dieser Cannelirungen beginnt bei
64° 27′ 0″	507,1	mit breiter heller Linie, und hat eine Breite von etwa 16′. Auf derselben findet sich bei
64° 33′ 15″	503,3	ein Maximum, welches das Feld in zwei ungleiche Theile theilt. Die letzten 4 Minuten des Feldes sind wenig hell. Die folgende Cannelirung
64° 43′ 46″	497,7	beginnt mit sehr heller breiter Linie; dieselbe ist ziemlich gleichmässig beleuchtet bis zu einer
64° 46′ 28″	496,3	entsprechenden vor den übrigen an Helligkeit hervorragenden Linien. In dem weniger hellen Theile ist dann noch eine bei
64° 52′ 55″	492,9	liegende hellere Linie.
		Die folgende Cannelirung beginnt dann bei
64° 54 32	492,1	wieder mit breiter heller Linie, sie hat eine Breite von 21′, und ist gleichmässig abnehmend beleuchtet, ohne dass auf derselben Maxima von Helligkeit zu sehen sind. Auch die folgende
65° 15′ 48″	481,8	beginnende Cannelirung ist ziemlich gleichmässig nach der brechbaren Seite abnehmend beleuchtet, zeigt indess an zwei Stellen etwa 1′ breite dunkle Streifen, entsprechend den Wellenlängen 480 und 477,5. Es beginnt bei
65° 36′ 20″	472,5	die folgende Cannelirung, welche ebenfalls ziemlich gleichmässig abnehmend beleuchtet ist, und nur bei
65° 39′ 15″	471,2	eine schwach helle Linie zeigt.

Ablenkung	Wellenlänge	Nähere Beschreibung.
		Es folgt ein mit breiter heller Linie bei
65° 49′ 42″	466,8	beginnendes schmales helles Feld, dessen Beleuchtung gegen das Ende hin sehr schwach wird, so dass es unmittelbar vor der folgenden Cannelirung fast ganz dunkel erscheint. Die letztere beginnt mit einer etwa 1′ breiten hellen Linie, deren linker weniger brechbarer Rand bei
65° 53′ 41″	465,2	liegt. Der rechte Rand, welcher am hellsten ist und scharf hervortritt, liegt bei
65° 54′ 37″	464,9	Auf der Streifung der Cannelirung sind bei
65° 57′ 53″	463,5	und
66° 3′ 6″	461,4	schwach hervortretende Linien, neben denen, an der brechbareren Seite das Feld schmale dunklere Streifen zeigt. Auf diesem Felde ist weiter bei
66° 6′ 18″	460,1	eine schwach helle verwaschene Linie.
		Die folgende Cannelirung beginnt dann wieder mit breiter heller Linie, deren Mitte bei
66° 13′ 46″	457,3	liegt. Auf derselben sind bei
66° 24′ 30″	453,4	und
66° 29′ 0″	451,8	und
66° 33′ 30″	450,2	schwach helle Linien resp. Helligkeitsmaxima.
		Die folgende Cannelirung beginnt dann wieder bei
66° 36′ 20″	449,2	mit einer breiten hellen Linie, und so setzt sich das Spectrum in einer Anzahl Cannelirungen noch eine Strecke fort, welche ich in ihren Einzelnheiten nicht weiter verfolgt habe, da sie bei abnehmender Gasdichte im wesentlichen nur lichtschwächer und schmaler werden.

§. 9.

Um den Verlauf der Erscheinungen bei abnehmender Gasdichte hervortreten zu lassen, möge zunächst eine Beschreibung der allmähligen Aenderungen an zwei Stellen des Spectrums gegeben werden, nämlich der ersten eigent-

lichen Cannelirung im grünen, welcher in dem Funkenspectrum des Stickstoffs die von Plücker und Hittorf als Gruppe IV bezeichnete Liniengruppe entspricht, und der blauen Cannelirung, welche dort liegt, wo im Funkenspectrum die Plücker-Hittorf'sche Gruppe V auftritt. Wegen der Reichhaltigkeit dieser Gruppe und der hervorragenden Helligkeit einzelner Linien derselben liess sich hier die grösste Variabilität des Spectrums erwarten. Ich habe den Verlauf gerade an diesen Stellen mehrfach sowohl mit trockener Luft als mit ganz reinem Stickstoff beobachtet, er ist in beiden Fällen derselbe, die Messung der von der Cannelirung übrig bleibenden Linien bezieht sich auf reinen Stickstoff.

Die betreffende grüne Cannelirung ist die bei 64° 27′ beginnende, welche nach der im vorigen Paragraph gegebenen Beschreibung bis 64° 43′ 46″ reicht, und auf welcher nur bei 64° 33′ 15″ ein Helligkeitsmaximum liegt, während dieselbe im Uebrigen ziemlich gleichmässig nach der brechbarern Seite abnehmend beleuchtet ist.

Wird von dem Drucke aus, bei welchem das Bandenspectrum vollständig entwickelt ist, das Gas durch Pumpen mehr und mehr verdünnt, so tritt, sobald die Verdünnung hinreichend geworden ist, zunächst eine Verdunklung der brechbarern Hälfte des Feldes von 64° 33′ 15″ ab ein. An dieser Verdunklung betheiligt sich aber die bei 64° 37′ 16″ liegende Stelle nicht in gleichem Masse, so dass dieselbe sehr bald als Helligkeitsmaximum vor der Umgebung hervortritt. Die vorher durch das Maximum bei 64° 33′ 15″ in zwei Felder getheilte Cannelirung zerfällt also zunächst in drei Felder, indem ein Maximum an einer bei grösserer Dichte ganz gleichmässig beleuchteten Stelle sich entwickelt. Mit wachsender Verdünnung tritt dieses neue Maximum immer mehr hervor und gleichzeitig wächst relativ die Helligkeit des daneben an der brechbarern Seite liegenden Feldes; diese hellere Partie theilt sich dann allmählig in

zwei hellere Linien bei 64° 38′ 9″ und 62° 38′ 46″, deren Helligkeit bald die übrigen Maxima ganz beträchtlich überragt. Der Theil der Cannelirung zwischen 64° 33′ 15″ und 64° 37′ 16″, sowie das vor 64° 33′ 15″ liegende Feld sind inzwischen ganz dunkel geworden, so dass diese beiden Maxima als helle Linien auf dunklem Grunde erscheinen. Die Messung ergab die Lage der Linien dann bei 64° 33′ 21″ und 64° 37′ 16″. Der Unterschied von 6″ für die Lage der erstern Linie gegenüber dem Maximum im Bandenspectrum bedeutet indess wohl nicht eine Verschiebung des Maximums, sondern liegt wohl innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Ungenauigkeit, da die Erscheinung überhaupt lichtschwach ist.

Mit steigender Verdünnung nimmt auch die Helligkeit der breiten die Cannelirung beginnende Linien sehr bedeutend ab und dafür wächst die Helligkeit des dritten, bei höherem Drucke kaum hervortretenden Maximums, welches auf dem vor der Cannelirung liegenden Felde bei 64° 25′ 20″ bestimmt wurde. Dasselbe entwickelt sich zu einer hellen Linie auf dunklem Grunde, deren Lage die Messung bei 64° 25′ 30″ ergab. Die breite die Cannelirung beginnende Linie löst sich dann gleichzeitig in zwei Linien auf, deren schwächere der weniger brechbare Rand der bei höherm Druck breitere Linie, bei 64° 27′ 2″ liegt, deren hellere bei 64° 27′ 26″ bestimmt wurde. Mit dem Prisma von Merz liess sich die Linie nicht als doppelte erkennen, sie wurde mit demselben als Linie bei 64° 27′ 16″ bestimmt. Ist diese Auflösung des Beginns der Cannelirung eingetreten, so ist das ganze Feld bis auf einige schwache Scheine auf die erwähnten Linien reducirt. Dieselben sind

Ablenkung	Wellenlänge
64° 25′ 30″	507,9
64° 27′ 2″	507,1
64° 27′ 26″	506,8

Ablenkung	Wellenlänge
64° 30′ 49″	504,2
64° 33′ 21″	503,3
64° 37′ 16″	501,2
64° 38′ 9″	500,8
64° 36′ 46″	500,4

Diese Partie des Spectrums zeigt also in ganz vorzüglicher Weise die allmählige Veränderung des Bandenspectrums in ein Linienspectrum bei abnehmender Dichte der leuchtenden Schicht und dabei gleichzeitig die Verschiebung der Maxima, welche durch die mit der Verdünnung eintretende Aenderung der Temperatur bewirkt wird. Von den bei der geringsten Dichte sichtbaren Maximis oder Linien bleibt eigentlich nur eines bei wachsender Dichte des Gases unverändert, das der Wellenlänge 503,3 entsprechende. Die Linien 504,4, 501,2, 500,8, 500,4 verschwinden in dem gleichmässig beleuchteten Felde, die Linie 507,9 tritt als ganz schwaches Maximum und als solches nur mit dem stark dispergirenden Prisma erkennbar auf. Die beiden schwächern Linien 507,1 und 506,8 dagegen treten in eine helle breite Linie zusammen und werden der hellste Theil des ganzen Feldes, während bei der geringsten Dichtigkeit die Linie 507,9 und besonders 500,8 und 500,4 weitaus die hellsten sind. Der Querschnitt der von mir bei diesen Versuchen angewandten capillaren Röhren war ein so geringer, dass besonders bei den geringen Drucken die Ausgleichung des Druckes in der capillaren Röhre nur sehr allmählig stattfand. Desshalb lässt sich auch nicht angeben, welchem Drucke gerade eine bestimmte Form des Spectrums entspricht. Diese langsame Ausgleichung des Druckes gab dafür zu einer andern sehr interessanten Beobachtung Anlass. In Folge desselben war stets nach dem Pumpen in dem Theile der Röhre, welcher durch den capillaren Theil von der Pumpe getrennt war, die Gasdichte grösser als in dem

an der andern Seite der capillaren Röhre liegenden Theile. Desshalb nahm in der capillaren Röhre selbst die Dichtigkeit von dem einen Ende zu dem andern hin ab. Man konnte es dadurch leicht erreichen, dass man in dem Gesichtsfelde, welches die ganze capillare Röhre umfasste, zum Theil die Auflösung des Spectrums in Linien, zum Theil noch das gleichmässig beleuchtete Feld sehen konnte. Besonders deutlich liess sich das bei der Linie 507,9 und den beiden 500,8 und 500,4 beobachten. Man hatte nur rasch minimal auszupumpen und erhielt dann in dem Theile des Gesichtsfeldes, welcher dem der Pumpe zugewandten Ende des capillaren Rohres entsprach, die Auflösung in Linien, während das andere Ende noch die gleichmässige Beleuchtung zeigte, welche der grössern Dichte entsprach. An der fortschreitenden Auflösung in Linien erkennt man in dem capillaren Rohre die fortschreitende Verdünnung. Dabei sieht man dann am deutlichsten, dass das Auftreten dieser Linien nie blitzartig ist, wie es der Fall ist, wenn bei passender Dichte des Gases eine Funkenentladung durchgesandt wird, sondern dass die Auflösung des Feldes in Linien eine ganz allmählige mit wachsender Verdünnung eintretende ist.

§. 10.

Die zweite Partie des Spectrums, welche die Variabilität des Spectrums bei geänderter Dichte in ebenso hervorragender Weise zeigt, ist das von 64° 54′ bis 66° 13′ 46″ reichende, also Licht zwischen den Wellenlängen 465 und 453 liefernde Feld. Bei dem Drucke, bei welchem das Bandenspectrum vollständig ausgebildet ist, beginnt dasselbe mit einer fast 1′ breiten Linie und ist dann durch feine Linien, die nach der brechbarern Seite weiter auseinander rücken, ziemlich gleichmässig abnehmend beleuchtet. Von diesen feinen Linien treten nur die mit den Wellenlängen 463,5 und 461,4 schwach hervor und ausserdem liegt bei 66° 6′ 18″

der Wellenlänge 460 entsprechend eine schwache verwaschene Linie.

Bei abnehmender Gasdichte zerfällt die breite das Feld beginnende Linie in eine Doppellinie, respective es entwickelt sich unter Verdunklung der Linie vor derselben bei 65° 52′ 46″ also etwa 1′ nach der weniger brechbaren Seite verschoben, eine helle Linie. Die breite die Cannelirung beginnende Linie nimmt dann zunächst an Helligkeit ab, so dass sie nur wenig heller ist als das Feld, dessen Beginn sie bildet; schliesslich verschwindet sie fast vollständig und lässt nur als Rest eine schwache feine Linie bei 65° 54′ 56″, wenn die Dichtigkeit des Gases hinreichend vermindert ist.

Mit der Verdunklung des ganzen Feldes verschwindet auch die etwas hellere Linie 463,5, dafür bleibt eine andere bei 65° 58′ 39″ liegende, deren Wellenlänge 463,2 ist, als hell übrig und weiter die Linie mit der Wellenlänge 462,2. Ebenso verschwindet die vorher bei 66° 3′ 6″, $\lambda = 461{,}4$ bestimmte Linie und statt derselben wachsen zwei sehr nahe liegende Linien bei 66° 3′ 57″ und 66° 4′ 32″ relativ an Helligkeit und bleiben als Linien sichtbar. Von den schon im Bandenspectrum erkennbaren Maximis bleibt nur, relativ an Helligkeit wachsend, die Linie 66° 6′ 18″, welche jetzt 66° 6′ 10″ gemessen wurde. Schliesslich blieb als Rest des weitern Feldes eine feine Linie bei 66° 9′ sichtbar.

Auch hier sieht man also ganz schrittweise die Cannelirung mit steigender Verdünnung sich auf einzelne Linien zurückziehen, welche keineswegs den in dem ausgebildeten Bandenspectrum noch erkennbaren Maximis entsprechen. Fast alle hier auftretenden Linien liegen im Bandenspectrum an Stellen gleichmässiger Beleuchtung, die Maxima des Bandenspectrums sind mit einer Ausnahme bei der geringsten Dichte des Gases noch nicht hervortretend, sie entwickeln sich erst allmählig bei wachsender Dichte des Gases. Es

zeigt sich also auch hier die mit der geänderten Temperatur eintretende Verschiebung der Maxima.

§. 11.

Ganz ähnlich verhält sich der ganze beschriebene Theil des Spectrums, das reich schattirte Bandenspectrum geht ganz allmählig in ein Linienspectrum über. Eine so detaillirte Beschreibung wie die in den beiden letzten Paragraphen herausgehobenen Partieen ist nicht erforderlich, da diese den Gang der Veränderungen vollständig erkennen lassen. Es genügt, die Linien anzugeben, welche bei sehr kleinem Drucke gemessen wurden, und daneben zu verzeichnen, ob und mit welchem Maximum in dem voll ausgebildeten Bandenspectrum sie übereinstimmen. Ich hebe hervor, dass der Uebergang ein ganz allmähliger ist und dass diese Linien gemessen wurden, als sie fast allein übrig waren, nur zwischen einzelnen das Gesichtsfeld noch nicht ganz dunkel war. Der Druck ist da noch keineswegs der erreichbar geringste, bei noch weiterer Verdünnung verschwinden die schwächern Linien und das Ganze wird zur Messung viel zu dunkel. Schon wenn diese Linien gemessen werden konnten, war die Beobachtung wegen der geringen Lichtstärke mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, es war fast stets eine künstliche Beleuchtung des Fadenkreuzes erforderlich. Ich habe desshalb auch die Lage der Linien nicht nur mit dem Merz'schen, sondern auch mit dem Schröder'schen Prisma bestimmt, bei welchem der Unterschied von 1' im Prisma von Merz 15—20 Secunden, je nach der Lage der Linien im Spectrum bedeutet. Die angegebenen Werthe für die Linien sind die Mittel aus diesen mehrfachen Messungen.

Eben weil der Uebergang von dem vollausgebildeten Bandenspectrum zu dem Linienspectrum ein so allmähliger ist, erscheint es auch überflüssig anzugeben, zwischen welchen Linien das Gesichtsfeld noch hell, zwischen welchen es ganz

dunkel ist. Denn es hängt das wesentlich davon ab, bis zu welcher Verdünnung man vorgeschritten ist, und weiter auch von der Weite der angewandten Röhre. Die Linien bilden sich um so eher, das heisst bei um so grösserer Dichte aus, je enger die capillare Röhre ist. Bei dem kleinsten Querschnitt, den ich angewandt habe, war desshalb noch mehr neben den Linien zu sehen als bei den grössern Querschnitten.

Linien im Linienspectrum in welches mit abnehmender Dichte das Bandenspectrum übergeht. Ablenkung			Wellenlänge	Angaben ob im Bandenspectrum an der betreffenden Stelle bereits ein Maximum vorhanden.
63°	0′	22″	568,4	Keines.
63°	1′	46″	567,6	Keines.
63°	3′	47″	565,5	Keines.
63°	14′	17″	556,6	Annähernd das zweite Maximum 556,9
63°	18′	4″	553,6	Keines.
63°	24′	5″	548,9	Erstes Maximum eines Feldes 548,8
63°	32′	45″	542,4	Annähernd das dritte Maximum 542,8
63°	39′	24″	537,6	Erstes Maximum eines Feldes 537,6
63°	43′	57″	534,3	Als Linie schon im Bandenspectrum 534,3
63°	45′	30″	533,3	Keines.
63°	48′	26″	531,3	Erstes Maximum eines Feldes 531,2
64°	0′	44″	523,0	zweites „ „ „ 522,9
64°	8′	8″	518,3	zweites „ „ „ 518,1
64°	13′	16″	515,1	zweites „ „ „ 515,3
64°	25′	30″	507,9	drittes „ „ „ 508,0
64°	27′	2″	507,1	Linker Rand des Beginnes der ersten Cannelirung 507,1
64°	27′	26″	506,8	Rechter Rand des Beginnes der ersten Cannelirung 507,1
64°	30′	49″	504,7	Keines.
64°	33′	21″	503,3	Zweites Maximum der ersten Cannelirung 503,3
64°	37′	16″	501,2	Keines.
64°	38′	9″	500,8	Keines.
64°	38′	46″	500,4	Keines.
64°	43′	45″	497,7	Erstes Maximum der zweiten Cannelirung 497,7

Linien im Linienspectrum in welches mit abnehmender Dichte das Bandenspectrum übergeht.		Angabe ob im Bandenspectrum an der betreffenden Stelle bereits ein Maximum vorhanden ist.
Ablenkung	Wellenlänge	
64° 45′ 34″	496,7	Keines.
64° 47′ 0″	496,1	Keines; die beiden letzten Linien treten rechts und links von der im Bandenspectrum bei 64° 46′ 28″ bestimmten Linie auf, welche im Bandenspectrum die brechbarste Seite des hellsten Theiles der zweiten Cannelirung ist.
64° 51′ 26″	493,7	Keines.
64° 52′ 9″	493,3	Keines.
64° 55′ 3″	491,8	Annähernd der brechbarere Rand der breiten eine Cannelirung beginnenden Linie 492,1
65° 0′ 12″	489,2	Keines.
65° 2′ 20″	488,2	Keines.
65° 5′ 23″	486,7	Keines.
65° 5′ 53″	486,4	Keines.
65° 8′ 32″	485,1	Keines.
65° 16′ 20″	481,4	Brechbarerer Rand der breiten die betreffende Cannelirung im Bandenspectrum beginnende Linie 481,8
65° 17′ 32″	480,9	Keines.
65° 26′ 30″	476,7	Keines.
65° 32′ 39″	474,1	Keines.
65° 34′ 15″	773,3	Keines.
65° 39′ 15″	471,2	Schon im Bandenspectrum als Linie 471,2
65° 51′ 32″	466,1	Keines.
65° 52′ 46″	465,6	Keines, siehe §. 10.
65° 54′ 56″	464,7	Annähernd der rechte Rand des Cannelirungsbeginn s. §. 10
65° 58′ 39″	463,2	Keines.
66° 0′ 52″	462,2	Keines.
66° 3′ 57″	461,0	Keines.
66° 4′ 32″	460,9	Keines.
66° 6′ 10″	460,2	Schon im Bandenspectrum 460,1
66° 9′ 0″	459,1	Keines.
66° 13′ 30″	457,4	Beginn einer Cannelirung 457,3.

Linien im Linienspectrum in welches mit abnehmender Dichte das Bandenspectrum übergeht.				Angabe ob im Bandenspectrum an der betreffenden Stelle bereits ein Maximum vorhanden ist.
Ablenkung			Wellenlänge	
66°	18′	46″	455,5	Keines.
66°	20′	36″	454,8	Keines.
66°	29′	26″	451,6	Wohl die im Bandenspectrum bei 66° 29′ 0″ Wellenlänge 451,8 bestimmte Linie.

Die weiter im violetten liegenden Theile habe ich nicht verfolgt, sie werden zu genauen Messungen zu lichtschwach.

Man sieht, dass diese ganze im Bandenspectrum so reich schattirte Partie im Wesentlichen sich auf etwa 50 Linien zusammenzieht, wozu noch einige schwache Scheine und feine Linien kommen, die sich nicht messen liessen. Bei noch weiter gehender Verdünnung wird das Spectrum, wie erwähnt, noch ärmer.

Von diesen 50 Linien sind in dem Bandenspectrum nur etwa 20 schon als Maxima oder Linien bestimmt, alle übrigen treten an Stellen auf, welche im Bandenspectrum gleichmässig beleuchtet sind, indem die nebenliegenden Partieen bei abnehmender Dichte viel rascher an Helligkeit abnehmen oder auch die betreffenden Stellen in Folge der Steigerung der Temperatur rascher an Helligkeit wachsen. Man erkennt somit an allen den untersuchten Stellen des Spectrums, dass die Stellen der Maxima des Emissionsvermögens keineswegs bei allen Temperaturen dieselben bleiben, dass sie sich vielmehr in Folge der bei diesen Versuchen eintretenden Temperaturänderungen beträchtlich verschieben können.

§. 12.

Schon mehrfach wurde hervorgehoben, dass bei Anwendung weiterer Röhren der Verlauf der Erscheinungen sich nicht in dieser Weise verfolgen lasse. Um zu unter-

suchen, in wie weit sich die Aenderung des Spectrums in solchen erkennen lässt, habe ich eine Röhre benützt, deren capillarer Theil etwa einen Durchmesser von 2 mm hat. Wenn man bei dieser von den Drucken aus, bei welchen das Bandenspectrum voll ausgebildet ist, die Gasdichte vermindert, so wird das ganze Spectrum bei sehr kleinem Drucke dunkler, und es bleiben, wie ich das früher schon ausgedrückt, Reste des Bandenspectrums, die sich aber kaum messen lassen. Die scharfen messbaren Linien des vorher beschriebenen Linienspectrums habe ich nicht erhalten und der Rest des Bandenspectrums war viel ärmer. Aber auch hier konnte man die Verschiebung der Maxima besonders in der §. 9 näher beschriebenen Partie beobachten. War der Druck minimal geworden, so trat auch hier das Maximum 64° 37′ 16″, welches bei höherem Drucke nicht vorhanden ist, hervor und wurde heller als das vorher schon bei 64° 33′ 15″ vorhandene Maximum, ebenso wurde das Feld neben diesem Maximum, welches bei der engen Röhre die Linien 500,8 und 500,4 lieferte, heller, löste sich aber nicht in die zwei Linien auf. Nur schien es mir zuweilen, als wenn an der Stelle ein verschwommenes Maximum sichtbar werde, indess will ich das nicht mit Sicherheit behaupten. Ferner wurde auch hier der Beginn der Cannelirung dunkler und statt dessen nahm das Maximum vor der Cannelirung 64° 25′ 30″ beträchtlich an Helligkeit zu und wurde heller als der Beginn der Cannelirung. Aber auch hier liess sich die Entwicklung der Linien nicht erreichen, obwohl der Gasdruck ein viel geringerer war als in den engen Röhren der Widerstand in dem Rohr so gross war, dass die Elektroden glühend wurden und sich krümmten.

Es war ganz interessant, die Erscheinungen neben einander in zwei Röhren, dieser weiten und einer sehr engen, zu verfolgen, welche gleichzeitig mit der Pumpe verbunden waren, so dass der Stickstoff aus seinem Behälter erst in

die enge, dann in die weite übertrat und von dieser zur Pumpe ging. War das weite Rohr auf das minimalste ausgepumpt, so dass man nur Spuren des Spectrums in demselben sah, so konnte man in dem engen Rohr die allmählige Entwicklung des Linienspectrums sehr schön verfolgen, man sah dann im Gesichtsfeld sehr deutlich die Entwicklung der Linien in der §. 9 erwähnten Weise vorschreiten, in dem Masse wie in dem engen Rohr die Verdünnung vorschritt.

§. 13.

Wie verhält sich nun das bei grosser Verdünnung in den engen Röhren ohne Funkenentladung sich zeigende Linienspectrum zu dem eigentlichen Funkenspectrum? Um eine Vergleichung der beiden Spectra durchzuführen und gleichzeitig zu untersuchen, in wie weit etwa die Linien des Funkenspectrums mit bereits im voll ausgebildeten Bandenspectrum gemessenen Maximis übereinstimmen, habe ich ebenfalls das Funkenspectrum genau gemessen. In folgender Tabelle stelle ich die beobachteten Minimalablenkungen der von mir gemessenen Linien des Funkenspectrums, die aus derselben sich ergebenden Wellenlängen, die in der Abhandlung des Herrn Salet[1]) nach den Messungen des Herrn Thalén für die entsprechenden Linien angegebenen Wellenlängen und die Angaben zusammen, ob und in welcher Weise die Linien schon in den anderen Grenzformen des Stickstoffspectrums vorhanden sind.

F u n k e n s p e c t r u m.

Ablenkung	Wellenlänge nach Wüllner	Wellenlänge nach Thalén	Angabe ob die Linie sich schon findet im Linienspectrum	Angabe ob die Linie sich schon findet im Bandenspectrum
61° 37′ 34″	661,9	660,2	—	—
61° 47′ 6″	648,7	648,0	—	—
62° 11′ 12″	618	—	—	—
62° 31′ 56″	595,3	594,9	—	—
		594,1	—	—

1) Salet Annales de chim. et de phys. IV Série T. XXVIII.

Funkenspectrum.

Ablenkung	Wellenlänge nach Wüllner	Wellenlänge nach Thalén	Angabe ob die Linie sich schon findet im Linienspectrum	Angabe ob die Linie sich schon findet im Bandenspectrum
62° 33′ 34″	593,7	593,2 592,9	—	—
62° 50′ 24″	577,4	576,7	—	—
62° 52′ 40″	575,3	574,5	—	—
62° 56′ 36″	571,5	571,1	—	Linie 571,7
—	—	568,6	—	—
63° 0′ 22″	568,4	567,8	Linie 568,4	—
—	—	567,5	—	—
63° 1′ 46″	567,1	566,6	Linie 567,1	—
63° 15′ 24″	555,5	554,9	—	—
63° 16′ 20	554,7	554,1	—	—
—	—	553,4	—	—
63° 17′ 48″	553,8	553,0	annähernd 553,6	—
63° 22′ 30″	550,0	549,5	—	—
63° 24′ 40″	548,3	547,9	etwas verschoben gegen 548,9	548,8
63° 26′ 54″	546,4	546,2	—	—
63° 28′ 12″	545,4	545,3	—	—
63° 42′ 0″	535,6	—	—	Drittes Maximum 535,9
63° 43′ 46″	534,4	—	Linie 534,3	Linie 534,3
63° 46′ 40″	532,3	530,9	—	—
64° 8′ 24″	518,1	—	Linie 518,3	zweites Maximum 518,1
64° 9′ 16″	517,6	516,4	—	—
64° 26′ 12″	507,4	—	—	—
64° 30′ 52″	504,7	504,5	Linie 504,7	—
64° 34′ 36″	502,6	502,5	—	—
64° 36′ 0″	501,9	501,5	—	—
—	—	501,0	Linie 501,2	—
64° 38′ 12″	500,7	500,5	Linie 500,8	—
64° 38′ 48″	500,4	500,2	Linie 500,4	—
64° 40′ 14″	499,5	499,3	—	—
64° 41′ 26″	498,9	498,7	—	—
64° 59′ 16″	489,6	489,5	annähernd Linie 489,2	—
65° 2′ 32″	488,1	—	Linie 488,2	—
65° 6′ 4″	486,3	485,8	Linie 486,4	—

Funkenspectrum.

Ablenkung			Wellenlänge nach		Angabe ob die Linie sich schon findet im	
			Wüllner	Thalén	Linienspectrum	Bandenspectrum
65°	9′	12″	484,8	484,9	—	—
65°	18′	24″	480,5	480,3	—	—
65°	21′	36″	479,0	478,8	—	—
65°	23′	36″	478,1	477,8	—	—
65°	55′	22″	464,5	464,4	annähernd 464,7	annähernd rechter Rand 464,9
65°	58′	40″	463,2	463,0	Linie 463,2	—
66°	0′	24″	462,4	462,1	Linie 462 2	—
66°	2′	34″	461,5	461,3	—	Linie 461,4
66°	3′	48″	461,0	460,7	Linie 461,0	—
66°	6′	00″	460,2	460,1	Linie 460,2	—
—			—	455,3	Linie 455,5	—
66°	31′	41″	450,8	453,0	—	annähernd Maxim. 450,2
66°	49′	00	444,8	444,7	—	—

Eine Vergleichung der von mir gefundenen Wellenlängen mit den Angaben des Herrn Thalén zeigt eine gute Uebereinstimmung; die von mir gefundenen Wellenlängen sind im Allgemeinen ein paar Einheiten der Decimalstelle grösser, ein Unterschied, der zum grössten Theil daher rühren wird, dass ich zur Berechnung der Wellenlängen etwas andere Werthe für H_α, H_β, H_γ zu Grunde gelegt haben, wie sie ohne Zweifel den Bestimmungen des Herrn Thalén zu Grunde liegen. Die vorhin angegebenen von mir zur Berechnung verwandten Werthe sind die für H_α und H_β die im zweiten Bande meiner Experimentalphysik p. 136 aus allen vorliegenden Messungen gezogenen Mittelwerthe, für H_γ das Mittel der Beobachtungen von Ångström, van der Willigen und Ditscheiner (Experimentalphysik Bd. II p. 431), während die Bestimmungen des Herrn Thalén ohne Zweifel auf den Zahlen Ångström's beruhen, welcher

$$H_\alpha = 656{,}2 \qquad H_\beta = 486{,}0 \qquad H_\gamma - 434{,}0$$

angibt.

Innerhalb der genauer von mir untersuchten Strecke des Spectrums von der Wellenlänge 571,5 an, zeigt somit das Funkenspectrum etwa 40 Linien. Von denselben sind wenigstens mit grosser Annäherung acht auch in dem voll ausgebildeten Bandenspectrum als Maxima oder als Linien bestimmt. Grösser ist die Zahl der Coincidenzen mit den Linien des bei geringer Gasdichte sich zeigenden Linienspectrums, volle oder doch sehr annähernde Coincidenz zeigt sich bei 19 Linien, also etwa der Hälfte, von denen vier in allen drei Formen des Spectrums beobachtet sind. Voll übereinstimmend sind gerade die hellsten Linien der beiden Linienspectra. Dieselben sind die im gelbgrünen liegenden 568,4, 567,1 die aus der früher im Speciellen besprochenen grünen Cannelirung sich entwickelnden 500,7 und 500,4, sowie die aus der blauen Cannelirung sich entwickelnde 463,2.

Zwischen den beiden Linienspectris zeigt sich, wenn auch nicht in den einzelnen Linien, so doch in anderer Beziehung noch eine weitere Uebereinstimmung. Plücker und Hittorf unterscheiden in dem Linienspectrum des Stickstoffs 5 Hauptgruppen, zwischen denen noch einzelne Linien liegen. Von diesen 5 Gruppen fallen diejenigen von II bis V in den hier genauer untersuchten Theil des Spectrums. Die Gruppen sind

Gruppe II zwischen den Wellenlängen 577—567
„ III „ „ „ 555—545

Zwischen Gruppe III und IV liegen drei Linien 535,6, 534,4, 532,3 und weiter zwei Linien 518,1 und 517,6.

Gruppe IV zwischen den Wellenlängen 508—499

Zwischen Gruppe IV und V liegen zunächst 4 Linien von 489,6—484,8 und weiter drei Linien 480,5, 479,0, 478,1.

Gruppe V zwischen den Wellenlängen 464,5—460,2

Alle diese Gruppen liegen an Stellen des Spectrums, wo auch das aus dem Bandenspectrum sich entwickelnde

Linienspectrum sehr reich ist. So zunächst die hellsten Linien der Gruppe II finden sich als solche schon in dem Rest des Bandenspectrums. Gruppe III besteht aus 7 Linien, die drei ersten 555,5, 554,7, 553,8 liegen zwischen den Linien 556,6 und 553,6, zwischen denen bei der Dichtigkeit, bei welchen diese Linien gemessen wurden, noch ein schwach helles Feld sichtbar ist. Auch zwischen 553,6 und 548,9 ist noch ein schwach helles Feld zu sehen und ein noch helleres zwischen 548,9 und 542,4. Die Gruppe III entspricht also einem noch bei der geringen Dichte sichtbaren Felde. Die ersten drei zwischen Gruppe III und IV liegenden Linien finden sich dort, wo auch in den vom Bandenspectrum übrig bleibenden Spectrum mehrere Linien 534,3 und 533,3 und 531,3 gemessen wurden, die beiden Linien 518,1 und 517,6 sind die Auflösung der bei 518,3 gemessenen und bei der Beobachtung als verwaschen bezeichneten Linie. Gruppe IV liegt an der im §. 9 näher besprochenen Stelle des Spectrums, deren Variabilität eine so auffallende ist. Die vier Linien 489,6—484,4 sind zum Theil schon in dem Reste des Bandenspectrums vorhanden, zum Theil gegen dort vorhandene nur wenig verschoben, indem sich in demselben an dieser Stelle zwischen 492 und 485 sechs Linien finden. Ebenso liegen die drei Linien 480,5—478 in einem Gebiete, in welchem auch der Rest des Bandenspectrums an Linien reich ist. Gruppe V schliesslich ist fast ganz schon in dem aus dem Bandenspectrum bleibenden Linienspectrum vorhanden, sie entspricht der im §. 10 genauer besprochenen blauen Partie.

Es folgt somit, dass das Linienspectrum sich im Wesentlichen an den Stellen ausbildet, welche schon bei allmähliger Verdünnung des Stickstoffs die stärkste Veränderlichkeit zeigen und schon in dem aus dem Bandenspectrum sich entwickelnden Linienspectrum am reichsten sind.

§. 14.

Der in dem Vorigen dargestellte Verlauf der Spectralerscheinungen des Stickstoffs, wenn man in hinreichend engen Röhren das Gas allmählig verdünnt, zeigt somit genau die nach dem Kirchhoff'schen Satze sich ergebenden Aenderungen, je geringer die Zahl der leuchtenden Moleküle wird, um so mehr zieht sich das Spectrum zusammen in eine Anzahl heller Linien.

Gleichzeitig kann man aber bei abnehmender Gasdichte direkt verfolgen, wie in Folge der bei wachsender Verdünnung und desshalb wachsendem Widerstande gesteigerten Temperatur die Helligkeitsmaxima ihre Lage ändern, wie die in dem ausgebildeten Bandenspectrum vorhandenen Maxima zurücktreten, wie die Linien an Stellen zweiter und dritter Maxima auftreten oder an gleichmässig beleuchteten Stellen der Cannelirungen. Nimmt man nun weiter hinzu, dass die Linien des Funkenspectrums gegen die des ersten Linienspectrums nicht mehr verschoben sind als die letztern gegen die Maxima des Bandenspectrums, so kann es wohl nicht zweifelhaft sein, dass wir in den verschiedenen Formen des Stickstoffspectrums nichts Anderes vor uns haben als das der jedesmaligen Temperatur, Dicke und Dichte des strahlenden Gases entsprechend ausgesandte Licht, und dass es einer neuen Hypothese zur Erklärung der Spectralerscheinungen nicht bedarf.

Aachen, den 8. April 1879.

Herr A. Vogel spricht:

„Ueber Absorptionsfähigkeit der Humussubstanzen.“

Unter Absorptionsfähigkeit der Ackererde versteht man, wie bekannt, im Allgemeinen die Eigenschaft des Bodens, gelöste Stoffe sehr verschiedener Art, vorzüglich aber unorganische Substanzen, unter denselben eine grosse Reihe von Pflanzennährstoffen, z. B. die Bestandtheile der Jauche, in sich niederzuschlagen und aufzunehmen, so dass die durchfiltrirte Flüssigkeit bedeutend ärmer an diesen gelösten Stoffen aus der Erde wieder austritt.

Das Absorptionsvermögen des Bodens spielt in der Ernährung der Pflanze eine sehr wichtige Rolle, eine noch wichtigere in der praktischen Entwicklung der Liebig'schen Mineraltheorie. Ohne Berücksichtigung dieses Naturgesetzes hatte die Mineraltheorie, wie man weiss, lange Jahre mit den auffallendsten Misserfolgen in der praktischen Landwirthschaft zu kämpfen, obgleich die theoretische Richtigkeit der einzelnen Sätze schon längst ganz unzweifelhaft dastand.

Eine grosse Versuchsreihe über das Absorptionsvermögen der Ackerkrume ist von dem englischen Chemiker Way ausgeführt worden, ohne jedoch, wenigstens meines Wissens, die Bedeutung dieses Naturgesetzes für die Pflanzenernährung zu berücksichtigen.

Diess war Liebig vorbehalten, er war in Deutschland der Erste, welcher die Wichtigkeit der Way'schen Arbeiten

für die Theorie der Pflanzenernährung im Boden und speziell der Düngung erkannte.

Nachdem nun die ungewöhnliche Bedeutung der Bodenabsorption auch für die praktische Landwirthschaft dargethan worden, war man von den verschiedensten Seiten eifrig bemüht, dieses Naturgesetz als ein längst bekanntes hinzustellen, ja man ist in Bezug auf die Entdeckung der Absorption der Ackererde noch viel weiter, auf das Alterthum zurückgegangen, nämlich auf Aristoteles. Ich verweise in dieser Hinsicht auf meine akademische Festrede vom Jahre 1869, woselbst ich nach der Aufklärung des Hrn. Collega v. Prantl — eines genauen Kenners des Aristoteles — gezeigt habe, dass die angeführten Stellen sich keineswegs in dem unterlegten Sinne deuten lassen.

Durch zahlreiche Untersuchungen ist Liebig zu dem Schlusse gelangt, dass die Absorptionserscheinungen des Bodens nach zwei Seiten hin Erklärung finden und zwar als chemischer und dann als physikalischer oder mechanischer Vorgang. Way hatte die Bodenabsorption nur als chemischen Vorgang, als chemische Reaktion zwischen Erde und Lösung aufgefasst.

Der Gedanke durfte indess naheliegen, der Annahme einer mechanischen Absorption neben der chemischen Raum zu geben, kennen wir ja doch schon längst eine, wie es schien, hiemit nahe verwandte Thatsache, nämlich die Aufnahme gelöster organischer Pigmente durch poröse Körper, namentlich durch Kohle. Es hat sich in der Folge gezeigt, dass diese beiden Vorgänge nicht identificirbar sind, obgleich man solches mit Liebig für sehr wahrscheinlich halten konnte.

Frisch ausgeglühte Holzkohle, in gröblichem Pulver angewendet, hat bekanntlich die Eigenschaft, aus Flüssigkeiten verschiedene Stoffe aufzunehmen, wodurch sie Farbe, Geruch und Geschmack verlieren. Diese Beobachtung ist, wie angenommen werden darf, zuerst von Lowitz in Petersburg

veröffentlicht worden. Man fand in der Folge, dass die thierische Kohle in dieser Beziehung der vegetabilischen Kohle vorzuziehen sey und glaubte demnach, dass der Stickstoff hier thätig mitwirke. Besonders brauchbar zum Entfärben der Flüssigkeiten zeigte sich diejenige Kohle, welche bei Bereitung des Blutlaugensalzes durch Glühen animalischer Substanzen mit Kali gewonnen wird. Durch eine Reihe späterer Versuche ist dargethan worden, dass der Stickstoffgehalt der Kohle an der Entfärbungsfähigkeit keinen Antheil habe, sondern dass die fremden theils erdigen Stoffe, welche in der animalischen Substanz enthalten oder denselben beigemengt sind, der zu bildenden Kohle mehr Porosität ertheilen und sie dadurch geeigneter machen, organische Materien aufzunehmen, was mit der mehr compacten, zum Theil verglasten thierischen Kohle in dem Grade nicht stattfinden kann. Von der Knochenkohle dürfte in dieser Beziehung eigentlich ganz abgesehen werden, da diese streng genommen gar nicht mehr als Kohle bezeichnet werden kann. Sie enthält mitunter 80 bis 90 pCt. Asche, wenn sie nicht mit Salzsäure ausgekocht worden.

Wenn man eine durch Kali neutralisirte Indigolösung, ein Fernambuk- oder Blauholzdecoct mit thierischer Kohle aufkocht, so werden diese gefärbten Lösungen gänzlich entfärbt. Dabei aber tritt nicht eine Zerstörung der Farbstoffe ein, sondern dieselben haben nur eine in Wasser unlösliche Verbindung mit Kohle eingegangen. Behandelt man nämlich die Kohle mit Kalilauge, so werden die Pigmente aus der Kohle abgeschieden und kommen durch die Einwirkung des Kali's allerdings in etwas verändertem Zustande wieder zum Vorschein.

Eine sehr poröse und zugleich fast aschenfreie Kohle wird am einfachsten erhalten, wenn man eine russende Petroleumlampe gegen eine mit kaltem Wasser gefüllte Porzellanschale schlagen lässt und den gesammelten Russ im verschlossenen Tiegel längere Zeit zur Rothgluth erhitzt.

Die bisherigen Versuche, mit diesem Kohlenpräparate — zur Entfärbung gelöster organischer Pigmente in hohem Grade geeignet — haben gezeigt, dass dasselbe, da hier jede chemische Wirkung vollkommen ausgeschlossen, zur Fixirung von Alkalien, alkalischen Erden und Salzen durchaus nicht befähigt sei.

Es schien mir von Interesse, diese Versuche auf die künstliche Humussubstanz, wie man solche bekanntlich durch Behandeln von Zucker mit Salzsäure erhält, auszudehnen. Im Laboratorium der landwirthschaftlichen Abtheilung der kgl. technischen Hochschule in München ist von Herrn Dr. Wein — seit Jahren Leiter der Versuchsstation dieser Anstalt — eine grössere Menge dieser Humussubstanz nach dem genannten Verfahren dargestellt worden. Aus 100 Pfd. reinsten weissen Colonialzuckers erhielt man 22 Pfd. Humus. Das Präparat stellt ein schwarzbraunes äusserst lockeres Pulver dar, der Aschengehalt beträgt kaum $^1/_{10}$ pCt. Schüttelt man mit dieser Humussubstanz nur ganz kurze Zeit eine ungeachtet starker Verdünnung doch tiefgefärbte Fuchsinlösung, ohne zu kochen, so erhält man ein vollkommen wasserhelles Filtrat. Nachdem die entfärbte Flüssigkeit abgelaufen, wird das Filtrum, auf welchem sich die Humussubstanz nebst dem absorbirten Farbstoff befindet, mit starkem Alkohol in der Kälte übergossen. Die vom Filtrum abgelaufene Flüssigkeit zeigt sich fast ebenso tief gefärbt als die ursprüngliche Fuchsinlösung.

Dieser Versuch dient zum augenscheinlichen Beweise, dass hier nur mechanische, keineswegs aber chemische Wirkung eintritt, indem durch einfach mechanische Lösung mit Alkohol die ursprüngliche Farbe wieder gewonnen werden kann, ohne dass man die Anwendung erwärmter Kalilauge nöthig hätte, welche doch immerhin eine chemische Aktion in sich schliesst, wodurch selbstverständlich die Färbung des Pigmentes bedeutend verändert erscheint. Als Vor-

lesungsversuch, um die Absorptionsfähigkeit der Kohle für Pigmente anschaulich zu macheu, empfiehlt sich dieses einfache Experiment vor anderen.

Das Verhalten der Humussubstanz auf kaustische Alkalien und Ammoniak dürfte insofern wohl als ein chemischer, nicht mechanischer Vorgang betrachtet werden, als den Alkalien gegenüber diese Substanzen als Säuren wirken und mit denselben chemische Verbindungen eingehen. Dagegen haben meine zahlreichen Versuche, diese Humussubstanz zur Absorption von Neutralsalzen, Säuren u. s. w. zu verwenden, nur negative Resultate ergeben. Das einzige Beispiel einer allerdings nur sehr geringen Absorption ergab verdünnte Schwefelsäure. Dieselbe war auf Natronlauge mit grösster Sorgfalt eingestellt, so dass 10 C.C. Schwefelsäure ganz genau 10 C.C. Natronlauge entsprachen.

100 C.C. dieser verdünnten Schwefelsäure mit Humussubstanz, in einer verschlossenen Flasche geschüttelt, verbrauchten nach einigen Tagen abfiltrirt 98,93 C.C. Natronlauge statt 100 C.C. Ob diese geringe Differenz im Verbrauche der Natronlauge in der That auf einer Absorption der Humussubstanz für Schwefelsäure beruhe oder im Bereiche des Versuchsfehlers liege, muss vorläufig unentschieden bleiben, obgleich bei mehreren mit der grössten Sorgfalt ausgeführten Versuchen wiederholt sich übereinstimmende Resultate ergaben.

Braun gefärbte Jauche wurde durch Schütteln mit dieser Humussubstanz vollkommen entfärbt, ohne dass jedoch bisher wenigstens auch nur eine einigermassen erhebliche Absorption von Pflanzennährsalzen beobachtet werden konnte, deren Absorption doch vorzugsweise von landwirthschaftlicher Bedeutung wäre.

Nach meinem Dafürhalten liegt hierin ein weiterer Beweis, dass das Entfärben organischer Pigmente durch Kohle und poröse Körper überhaupt keineswegs identisch sei mit

der Absorption unorganischer Nährsalze durch die Ackerkrume. Zugleich dürfte hiedurch die vorwaltend chemische Wirkung der Ackerkrume in der Erscheinung der Absorption gegenüber der mechanischen Wirkungsweise, wie solches schon von verschiedenen Seiten angenommen wird, Bestätigung finden.

Noch einer anderen Wirkung dieser Humussubstanz ist hier zu erwähnen. Löst man nämlich dieselbe in kochender Kalilauge und fällt die Lösung durch verdünnte Säure, so erhält man eine Substanz, welche auch nach vollständigem Auswaschen eine weit grössere Menge Asche hinterlässt als die ursprüngliche. Die hierüber angestellten Versuche ergaben folgende Resultate.

Zu dem ersten Versuche nahm ich 2 g Humus, löste dieselben in hinreichender Menge Kalilösung, indem ich bis zum Kochen erhitzte und fällte die Lösung durch Chlorwasserstoffsäure.

Ich brauche kaum zu erwähnen, dass ich mich chemisch reiner Materalien bediente.

Der Niederschlag wurde auf dem Filtrum gesammelt, vollkommen ausgewaschen, getrocknet und eingeäschert. Es wurde völlig weisse Asche erhalten.

Der Tiegel mit Asche wog	16,375 g
„ „ allein „	16,300
Summa der Gesammtasche	0,075 g
Asche des Filters	0,005
reine Asche	0,070 g

2 g Humus enthielten somit nach obiger Behandlung 0,07 g = 3,5 % Aschenbestandtheile.

Zweiter Versuch. 1,5 g Humus wurde in derselben Weise wie bei I in Lösung gebracht, die Fällung jedoch durch Salpetersäure bewirkt. Der Niederschlag völlig aus-

gewaschen, getrocknet und eingeäschert, gab folgendes Resultat.

Der Tiegel mit Asche wog	16,325	g
„ „ allein „	16,295	
Gesammtasche	0,030	g
Filterasche	0,005	
reine Asche	0,025	

1,5 g Humus gab also nach dieser Behandlungsweise 0,025 g = 1$\frac{2}{3}$ % Aschenbestandtheife.

Dritter Versuch. 1 g Humus wurde wie vorhergehend gelöst und die Lösung mit Phosphorsäure gefällt. Der wie oben behandelte Niederschlag ergab nach geschehener Einäscherung:

Der Tiegel mit Asche wog	16,330	g
„ „ allein „	16,295	
Gesammtasche	0,035	
Filterasche	0,005	
reine Asche	0,030	g

1 g Humus gab mithin nach diesem Verfahren 0,03 g = 3 % Aschenbestandtheile.

Daraus lässt sich mit Gewissheit schliessen, dass Humussäuren unter dieser Behandlung Kali aus seinen salzigen Verbindungen zu absorbiren vermögen und dass die Absorptionsverhältnisse je nach Beschaffenheit der Kaliverbindung verschieden sind.

Ausserdem bestätigt sich hiedurch die schon früher ausgesprochene Ansicht, dass Humussäuren unter Umständen den Salzbasen gegenüber als verhältnissmässig energische Säuren aufzutreten im Stande sind. Thenard [1]) hat gezeigt, dass die Verbindungen der Humussäuren mit Ammoniak äusserst beständiger Natur sind, sie verlieren erst

1) Sitzung der Pariser Akademie 27. Juni 1870 im Correspondenzberichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Berlin, 3. Jahrgang, Nr. 14. S. 801.

bei sehr erhöhter Temperatur ihren Stickstoffgehalt. Hiemit im Zusammenhange steht die von mir hervorgehobene Beobachtung, dass die Verbindungen der Humussäure mit Kali durch Säuren nicht vollständig zersetzt werden, d. h. dass auch bei Behandlung mit einem grossen Ueberschuss von Säure, in der Kälte wenigstens, immerhin noch unzerlegtes humussaures Kali zurückbleibt, was bei der geringen Acidität der Humussubstanzen, Mineralsäuren gegenüber, immerhin auffallend erscheinen muss. Humussaures Ammoniak löst sich nach Thenard (a. a. O.) leicht in Alkalien und die Säure kann aus den Salzen wieder „unverändert" abgeschieden werden. Ob auch in diesem Falle nicht ein Theil des humussauren Salzes der Zersetzung widersteht und als humussaures Ammoniak zurückbleibe, — dies beabsichtige ich durch eine spätere Versuchsreihe festzustellen. Da die Verbindungen zwischen Humussäuren und Ammoniak auch bei einer höheren Temperatur nach Thenard (a. a. O.) noch beständig sind, so ist die Annahme keineswegs ohne Wahrscheinlichkeit.

Ich theile vollkommen mit Thenard die Ansicht, dass die humussauren Alkalien eine wichtige Rolle in der Vegetation spielen und zwar hinsichtlich der Aufnahme von Kieselsäure. Pflanzen, welche auf einem kieselsäurereichen aber humusarmen Boden gewachsen, enthalten weniger Kieselsäure in ihrer Asche, als die Pflanzen eines an Kieselsäure armen, aber humusreichen Bodens, wie ich dies schon bei früherer Gelegenheit gezeigt habe.[2])

---

2) A. Vogel, die Aufnahme der Kieselerde durch Vegetabilien. Von der kön. Akademie d. W. in Berlin gekrönte Preisschrift. 2. vermehrte Auflage 1868.

A. Vogel, einige Versuche über das Keimen der Samen etc. Sitzung der mathem.-physikal. Classe der kön. bayr. Akademie d. W. in München vom 5. November 1870. Sitzungsberichte S. 289.

Die humösen Bestandtheile der Ackererde vermitteln die Aufnahme der Kieselsäure, ohne Gegenwart von Humussubstanzen im Boden ist die Aufnahme der Kieselsäure den Pflanzenwurzeln im hohen Grade erschwert. Findet sich in irgend einer Pflanzenasche Kieselsäure in reichlicher Menge, so ist die betreffende Pflanze bestimmt auf einem an organischen Bestandtheilen reichen Boden entstanden. Mit dem Gehalte des Bodens an humösen Substanzen steht der Kieselsäuregehalt der Pflanzenasche in unläugbarem Zusammenhange, ja derselbe ist weit mehr von dem Humusgehalte des Bodens abhängig, als von dem Kieselsäuregehalte, welcher ja in fast allen Bodenarten in grossen und ergiebigen Mengen verbreitet vorkömmt. Da die Verbindungen der Humussäuren mit Ammoniak um so mehr Kieselsäure aufnehmen, als sie Ammoniak enthalten, der reinen Humussäure dagegen die Eigenschaft der Kieselsäureaufnahme fast völlig abgeht, so darf der Gedanke nahe liegen, dass die stabilen, d, h. durch Mineralsäuren, wie ich gezeigt habe, nicht vollkommen zersetzbaren Verbindungen der Humussäure mit den Alkalien, welche sich auch im Boden bilden, nicht minder einen wesentlichen Beitrag zur Kieselsäureaufnahme durch die Pflanze bilden.

Sitzung vom 1. März 1879. (Nachtrag.)

Herr C. W. Gümbel legt vor:

„Ueber das Eruptionsmaterial des Schlammvulkans von Paterno am Aetna und der Schlammvulkane im Allgemeinen.“

Der jüngst erfolgte grossartige Ausbruch eines Schlammvulkans bei Paterno am Aetna unfern Catania hat die Frage nach der Beschaffenheit des Eruptionsmaterials und nach der Natur der sog. Schlammvulkane auf's Neue angeregt und um so mehr in den Vordergrund gedrängt, als über die Erklärung dieser ganzen Erscheinung noch grosse Unsicherheit herrscht und sehr verschiedene Ansichten sich einander gegenüber stehen. Dazu aber kommt noch, dass bekanntlich in der neuesten Zeit von Th. Fuchs [1]) in Wien die Entstehung eines der merkwürdigsten Schichtgesteine des alpinen Gebirgssystems, des Flysches nämlich, mit den Auswurfsmassen der Schlammvulkane in genetischem Zusammenhange gebracht wurde. Bei den vielfach räthselhaften Erscheinungen, welche sich mit der Beschaffenheit und dem Auftreten der Flyschgesteine verknüpft zeigen, gewinnen die in dieser Richtung unternommenen Untersuchungen daher eine hervorragende Wichtigkeit nicht blos für die Geologie im Allgemeinen, sondern insbesondere für jene der Alpen. Um aber diesen Fragen näher treten zu können, erscheint es vor Allem nothwendig, vorerst das Material genauer kennen zu lernen, welches die sogenannten

1) Sitz. d. k. Acad. d. Wiss. I. Abth. Jahrg. 1877 und Verhandl. d. k. geol. Reichsanst. in Wien 1878 Nr. 7 S. 135.

Schlammvulkane der Gegenwart liefern. Es ist sehr auffallend, dass wir mit Ausnahme der klassischen Arbeiten Abich's[2]) und einiger neuesten Arbeiten John's[3]) noch sehr wenig über die Natur des Eruptionsmaterials solcher Schlammvulkane wissen. Selbst diese Untersuchungen beschränken sich der Hauptsache nach bloss auf chemische Analysen; an eingehender mikroscopischer Erforschung des Eruptionsmaterials fehlt es noch gänzlich, obgleich es nicht zweifelhaft sein dürfte, dass die Ergebnisse einer solchen Untersuchung viel zur Klärung der Streitfrage über die Natur und die Entstehung der sog. Schlammvulkane beizutragen im Stande sind.

Es schien mir daher von geognostischem Standpunkte aus nicht unwichtig, die Gelegenheit, welche sich bei dem Ausbruch des Schlammvulkans bei Paterno[4]) bot, zu benützen, um wenigstens einen Anfang der Untersuchung in der bezeichneten Richtung anzubahnen, wobei ich gleichheitlich die chemische Analyse mit physikalisch-mikroscopischen und z. Th. paläontologischen Beobachtungen zu verbinden versuchte. Durch die freundliche Gefälligkeit einiger Fachgenossen war ich zugleich in die angenehme Lage versetzt, meine Untersuchungen über eine Reihe von Schlammvulkanmaterial aus ganz Italien und der Umgebung des kaspischen Meeres[5]) auszudehnen

---

2) Mém. d. l'Acad. imp. d. scienc. d. St. Petersbourg, VII. Serie Vol. VI. 1873.

3) Jahrb. d. k. geol. Reichsanst. in Wien 1877 S. 437.

4) Das Material von dem Schlammvulkan bei Paterno verdankte ich der Gefälligkeit des Hrn. Prof. Sequenza in Messina. Ich benütze hier die Gelegenheit, meinen verbindlichsten Dank für diese freundliche Unterstützung auszusprechen.

5) Herr Staatsrath Abich in Wien, Prof. Bianconi in Bologna, Prof. Strobl in Parma und Director Stöhr in München waren so gefällig, mich mit reichem Material zu versehen. Auch diesen Herren spreche ich bei dieser Gelegenheit meinen besten Dank aus.

so dass allgemeinere Vergleichspunkte gewonnen werden konnten. Auch glaubte ich die Gelegenheit benützen zu sollen, um wenigstens einige der wichtigsten Bildungen der Flyschgruppe mit in den Kreis meiner Untersuchungen hereinzuziehen.

Da mir als Ausgangspunkt für das Ganze die Beobachtungen an dem Eruptionsmaterial des Schlammvulkans von Paterno diente, so stelle ich die hierbei gewonnenen Ergebnisse hier voran.

Der Schlammvulkan von Paterno.

In den ersten Tagen des Monats Dezember 1878 machte sich nach den Mittheilungen des Prof. Silvestri in Catania [6]) ein neuer Schlammvulkan durch gewaltige Schlammeruptionen bei Paterno in der Nähe des Aetna bemerkbar. Die aus zahlreichen Eruptionspunkten mit wechselnder Heftigkeit hervorbrechende Schlammmasse bildete einen grossen rauchenden Schlammsee. Die Krater-ähnlichen Eruptionsöffnungen sind von zweierlei Art. Die einen bleiben continuirlich in Thätigkeit und werfen mit einer gewissen Regelmässigkeit dicklichen Schlamm und salziges schlammiges Wasser mit Petroleum-haltigem Schaume aus. Zugleich bewirkt das Hervordringen von Gasen, namentlich von Kohlensäure, dass die in den kraterförmigen Vertiefungen angesammelte flüssige Masse in fortwährende aufwallende Bewegung versetzt wird und dass sich darüber eine an Kohlensäure sehr stark angereicherte Dunstschicht bildet, in welcher brennende Körper erlöschen und Thiere zu Grunde gehen.

Bei der zweiten Art der Ausbruchsöffnungen ist die Thätigkeit eine intermittirende, indem hier der ausgestossene Schlamm sehr dickflüssig ist und dadurch zeitweise dem das

6) Allgem. Zeit. Beilage vom 4. Januar 1879 S. 54.

Aufwallen bewirkenden Gas Widerstand zu leisten vermag. Es ist diess die Periode einer oft einige Minuten andauernden scheinbaren Ruhe. Gewinnt dann die Gasspannung das Uebergewicht, so folgt die Periode der Explosion der Schlammmassen, wobei ein unterirdisches Getöse und ein Erzittern des Bodens wahrgenommen wird. Indem bei derartigen Oeffnungen der dicke Schlamm bald bis zu einer gewissen Höhe emporgehoben wird, bald wieder in die Vertiefung zurücksinkt und eine Zeit lang in Ruhe bleibt, um nach 8—10 Minuten wieder in die Höhe getrieben zu werden, unterliegen diese sog. Schlammkrater einer fortwährenden Formänderung.

Diese Ausbrüche dauerten nach Silvestri's weiteren Mittheilungen [7]) mit abnehmender Energie bis gegen Ende des Monats Dezember fort, verstärkten sich aber nach dem am 24. Dezember über den östlichen Theil von Sicilien verlaufenden, starken Erdbeben in sehr sichtbarer Weise wieder. Nach zwei Tagen starker Erregtheit trat eine weitere Periode der sich allmählig verschwächenden Eruptionserscheinung ein, die erst gegen Mitte Januar völlig erloschen war, indem nunmehr nur noch gegen 10 Oeffnungen sichtbar sind, aus denen in Mitte des Eruptionsbeckens ganz ruhig ohne Erzittern des Erdbodens und ohne Getöse schlammiges, zwischen 13—37° warmes Wasser, petroleumhaltiger Schaum und reichliche Gase entströmten im Gegensatze zu dem springbrunnenartigen Empordringen dicken Schlamms in der ersten Zeit der Eruptionsthätigkeit. Durch eine Schutzmauer wurde der Schlammstrom gegen das weitere Vordringen, welches die Verheerung der Gemüsegärten und Orangerien befürchten liess, zu einem Sumpf von beiläufig 7000 Quadratmeter angestaut, der nunmehr auszutrocknen beginnt und von Austrocknungssprüngen durchzogen wird.

---

7) Siehe Ausland Nr. 7 S. 138. 1879.

Das ausgetrocknete Eruptionsmaterial stellt einen lichtgrünlich grauen, pulverigen Thon dar, der von Wasser befeuchtet sehr zäh, plastisch und beim Anfühlen gewissermassen seifig sich verhält, wie z. B. der gewöhnliche Töpferthon. Das im Wasser vertheilte Material ist aus verschieden grossen Theilchen zusammengesetzt, nämlich aus

A) 0,4 % gröberen Stückchen über 0,5 mm Durchmesser
B) 15,0 % feineren Stückchen „ 0,1 „ „
C) 84,6 % feineren Schlamm.

Die gröberen Stückchen A bestehen aus festeren Mergelbröckchen, Fragmenten von Kalkspath, ziemlich viel Schwefelkies in traubigen Klümpchen jedoch ohne Spur von Beimengungen vulkanischer Gesteinstheilchen (Bimsstein, Lava, vulkanischer Asche). Nur sehr vereinzelte kleine Körnchen könnten als Augit oder dergleichen angesprochen werden.

58,89 % dieses gröberen Beimengungen werden durch Essigsäure zersetzt, nämlich so weit sie aus kohlensaurer Kalkerde, etwas kohlensaurer Bittererde und Eisenoxydul zusammengesetzt sind. Der Rest besteht nahezu drei Viertheilen aus Quarzkörnchen. Denn die Analyse desselben ergab:

Kieselsäure	76,50
Thonerde	3,00
Eisenoxyd	4,10
Kalkerde	0,23
Bittererde	0,55
Alkalien	Spuren
Bitumen	1,00
Schwefelkies	1,73
Wasser und Verlust	12,89
	100,00

Die Quarzkörnchen konnten durch die lebhaften Farben i. p. L. bestimmt erkannt werden, das Uebrige scheint vorherrschend einem festen Mergel anzugehören.

Aehnlich verhält sich auch der mittelgrosse Bestandtheil B, bei welchem neben den Mineraltheilchen nun noch merkwürdiger Weise organische Beimengungen namentlich von Foraminiferen sich bemerkbar machten. Nach der unter starkem Brausen erfolgten Einwirkung von Essigsäure bleibt ähnlich, wie bei dem grösseren Theil, ein Rückstand über, der unter dem Mikroscop untersucht Verschiedenes erkennen lässt und zwar:

1) kleine, schwarze, vom Magnet gezogene Körnchen — Magneteisen;
2) weisse, meist durchsichtige z. Th. auch opake, rundliche und eckige Körnchen, die i. p. L. lebhafte Aggregatfarben, höchst selten farbige Streifchen zeigen, daher weit vorherrschend zum Quarz und in wenigen Splitterchen einem Plagioklas zuzurechnen sind;
3) rundliche, agglutinirte röthliche Körnchen, welche undurchsichtig bis durchscheinend, i. p. L. ohne Farbe sind und wahrscheinlich aus gefärbter, amorpher oder derber Kieselsubstanz als Kerne von *Foraminiferen* bestehen;
4) grüne Kerne von *Foraminiferen*-Ausfüllungen aus Glauconit gebildet;
5) Glimmerschüppchen;
6) Schwefelkies.

Den wichtigsten Theil der Eruptionsmasse bildet der feine Schlamm (86,4 % des Ganzen). In Wasser vertheilt und unter dem Mikroscop untersucht, lässt derselbe neben den flockigen Thonklümpchen merkwürdiger Weise eine grosse Menge von *Coccolithen*, *Foraminiferen* und in kleinste Theilchen zersplitterte organische Reste im Versteinerungszustande erkennen. Die *Coccolithen* besitzen grossentheils die gewöhnliche Form der Tiefseeablagerungen. Dazu gesellt sich, wiewohl nur in vereinzelten Exemplaren, eine mir neue Form, welche dadurch aus-

gezeichnet ist, dass sie radial gestreift oder vielmehr gefaltet erscheint. Unter den weissschaligen, im Innern mit fester Gesteinssubstanz ausgefüllten, daher versteinererten und nicht etwa abgestorbenen Exemplaren der Jetztzeit angehörigen Foraminiferen finden sich hauptsächlich zahlreiche *Globigerinen*, seltener *Nodosarien*, *Cristellarien* u. s. w., wie sie in den süditalienischen Tertiärablagerungen vorzukommen pflegen. Unter den übrigen organischen Ueberresten machen sich besonders kleine punktirte Blättchen bemerkbar, wie in den Tiefseeablagerungen, die von *Stachelhäutern* herrühren dürften.

Zersetzt man die mergeligen Theilchen durch Säuren und schlämmt die Flocken weg, so bleiben im Rückstand Splitterchen, die optisch wie Feldspath sich verhalten, ferner Quarzkörnchen, Glimmerblättchen und braune, warzige, nur durchscheinende Klümpchen, welche wahrscheinlich aus gefärbter amorpher Kieselsäure bestehen.

Nimmt man die Schlammasse im Ganzen, so enthält dieselbe nicht unbeträchtliche Menge an in Wasser löslichen Salzen, nämlich nahezu $^1/_{10}$ $^0/_0$.

Diese in Wasser löslichen Salze gehören weit vorwaltend Chlornatrium an. Sie bestehen nämlich aus:

Chlor	57,11
Schwefelsäure	0,48
Salpetersäure	Spur
Natrium	38,86
Kalium	0,07
Bittererde	0,73
Kalkerde	1,68
Kohlensäure und Wasser	1,07
	100,00

Der geringe Gehalt an Gyps und an Bittererde ist bemerkenswerth und weist in Uebereinstimmung mit dem Fehlen von Jod jeden Gedanken an ein unmittelbares Abstammen dieser Salze aus dem Meerwasser zurück.

Der feine Schlamm (C) nach dem Auslaugen der ganzen Masse mit Wasser ist zum Theil durch Säuren zersetzbar. Der durch sehr verdünnte Salzsäure zerlegte Theil, hauptsächlich Kalkcarbonat mit etwas kohlensaurer Bittererde, Eisenoxydul und Manganoxydul nebst geringen Mengen von Thon beträgt 18,52 % und besteht aus:

Kohlensaurer Kalkerde	59,85
" Bittererde	10,30
" Eisenoxydul " Manganoxydul	25,58
Thon	3,65
Eisenoxyd, Kieselerde etc. etc.	1,13
	100,51

Den durch Salzsäure nicht zerlegten Rest fand ich zusammengesetzt aus:

Kieselerde	58,75
Thonerde	22,59
Eisenoxyd	7,61
Kalkerde	0,08
Bittererde	1,52
Kali	0,90
Wasser	9,00
	100,45

Im Zusammenhalte mit der mikroscopischen Untersuchung ergibt sich hieraus, dass dieser Restbestandtheil als ein eisenhaltiger Thon mit Quarztheilchen und Glimmerschüppchen anzusehen ist. Dazu kommen noch geringe Mengen von Markasit. In diesen Schlammmassen des Schlammvulkans von Paterno können wir dennoch durchaus keine Betheiligung vulkanischen Materials in der Zusammensetzung erkennen; dieselben gleichen vielmehr einem mergeligen Thon, wie derselbe in den tertiären Ablagerungen der Nachbarschaft vorzukommen pflegt. Der Einschluss von *Coccolithen* und

Foraminiferen setzt es zudem ausser allen Zweifel, dass dieses Eruptionsmaterial, was auch immer die Ursache der Schlammvulkane sein mag, die wir hier zunächst noch unberührt lassen wollen, nichts anderes ist, als erweichter, von Wasser durchtränkter und durch Gasspannungen eruptiv gewordener Tertiärthon.

Noch ist zu erwähnen, dass zwar nicht die Gasexhalationen dieses Schlammvulkans, aber doch die der benachbarten sog. Salinelle von Paterno von Ch. St. Claire Deville untersucht [8]) und zusammengesetzt gefunden wurde aus: 97,0 Kohlensäure und 3,0 Sauerstoff mit Stickstoft. Es ist wahrscheinlich, dass auch das Gas des Schlammvulkans von Paterno eine ähnliche Zusammensetzung, vermuthlich mit einer Beimengung von Kohlenwasserstoff besitzt.

Dieses auffallende Resultat der Untersuchung des Eruptionsmaterials bei demSchlammvulkan von Paterno berechtigt begreiflicher Weise noch nicht, weiter gehende Schlüsse zu ziehen, weil hier möglicher Weise eine rein örtliche Erscheinung vorliegen könnte. Es erwies sich daher wünschenswerth, die Untersuchung in ähnlicher Weise auch noch auf andere Schlammvulkane weiter auszudehnen. Hier ist zunächst die Untersuchung desjenigen Schlammvulkans von Wichtigkeit, welcher gleichsam als Typus aller Schlammvulkane in Europa angesehen wird, des Schlammvulkans „Macaluba", nach welchem von Manchen alle Schlammvulkane geradezu mit dem Namen Macaluben bezeichnet werden.

Eruptionsmaterial des Schlammvulkans Macaluba bei Girgenti.

Dieser schon aus dem Alterthum bekannte Schlammvulkan bei Girgenti auf Sicilien wird nach Dolomileu's

8) Annal. d. Chimie et Physique 3. Ser. 1858. Tom. LII S. 51.

Schilderung im Jahre 1781 von einem beiläufig 50 m hohen sehr flach kegelförmigen Hügel von sehr veränderlicher Gestalt bei etwa 925 m. Umfang gebildet. Auf dem abgestumpften Gipfel desselben machen zahlreiche sekundäre konische Aufragungen, die grössten etwa 1 m., die kleinsten oft nur spannenhoch, die eigentlichen Eruptionspunkte aus. Jeder dieser Kegel trägt oben eine trichterförmige Vertiefung, in welcher der flüssige Schlamm bis zum Rande des Kegels aufsteigt, sich hier zu einer halbkugeligen Blase aufbläht und nun, indem die Blase mit starkem Geräusche zerplatzt, theilweise emporgeschleudert wird, theilweise in die Vertiefung zurücksinkt, um nach 2—3 Minrten wieder aufzusteigen und dasselbe Spiel zu wiederholen. Der ausgeworfene Schlamm bildet einen Thonboden, der beim Austrocknen rissig wird und beim Darübergehen schwankt zum Zeichen, dass er nur eine Kruste über einem weichen, halbflüssigen Untergrunde bildet. Bei eintretendem Regenwetter erweichen die Thonmassen und die kegelförmigen Aufragungen der ganzen Region verwandeln sich in einen grossen mit halbflüssigem Schlamm erfüllten Tümpel [9]).

In etwas anderer Weise beschreibt später (1829—1832) Friedrich Hoffmann [10]) diese Schlammvulkane: „In einer wenig erhöhten Thonebene ist sind auf einer Fläche von etwa 150 Schritt Länge und ungefähr 50 Schritt Breite eine grosse Zahl, etwa 30, zwischen 2—3 Fuss hoher Schlammkegel aufgeworfen. Jeder trägt auf der Spitze eine unbedeutende, selten mehr als fussgrosse trichterförmige Vertiefung, welche mit Salzwasser erfüllt war und stets ward die Oberfläche dieser kleinen Wasser-Ansammlungen von austretenden Gasblasen in brodelnde Bewegung erhalten, wobei sich nicht

---

9) Dolomieu's Werke sind: Mémoires sur les isles Pontes et catalogue raisonné de l'Etna 1788; Voyage aux ilses de Lipari 1783 und Sur le tremblement de terre de la Calabre 1794.

10) Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 13; 1839 S. 118.

selten an den Abhängen der Kegel über die Ränder dieser kleinen Krater kleine Ströme der mit Salzwasser getränkten Thonmasse ergossen, welche das Bild kleiner Lavaströme gleichsam spielend darstellten."

In neuerer Zeit (1855 und 1856) haben Ch. St. Claire Deville und F. Leblanc auch die Zusammensetzung der aus den Oeffnungen des Macaluba ausströmenden Gase untersucht und gefunden [11], dass sie bestehen in der als Nr. 4 bezeichneten Mündung aus:

Kohlensäure . . .	1,15
Sauerstoff	1,70
Stickstoff	6,75
Kohlenwasserstoff .	90,40
	100,00

Diese Gase besitzen demnach eine abweichende Zusammensetzung gegen viele der eigentlichen vulkanischen Exhalationen der Fumarolen, Solfatoren u. s. w., welche durch das Vorkommen von Salzsäuren und schwefeliger Säure gekennzeichnet sind, aber es wird von Deville angenommen [12], dass zwischen den Gasexhalationen der Schlammvulkane und Salse und jener der echten Vulkane bezüglich ihrer Zusammensetzung ein allmähliger Uebergang stattfinde, so dass es unmöglich sei, sie sicher von einander zu unterscheiden.

Der mir zur Untersuchung vorliegende Eruptionsschlamm von Macaluba besteht aus einer weisslich grauen leicht zerreiblichen Erde vom Aussehen eines tertiären mergeligen Thons. In's Wasser gebracht, erweicht derselbe ziemlich rasch und hinterlässt beim Abschlämmen der feinsten Thontheilchen geringe Mengen gröberer Beimengungen. In diesen erkennt man mit unbewaffnetem Auge und mit Hilfe des Mikroscops kleine Körnchen von Quarz, Glimmerblätt-

11) Annales de Chimie et de Physipue 3. Ser. 1858 p. 57.

12) Fouqué et Gorcein, Ann. d. scienc. geologiques T. II, 1870 p. 99.

chen, Splitter von Kalk, Gyps (? Anhydrit), kohlige Theilchen und von Schwefel, dessen Natur durch Verbrennung sicher nachgewiesen wurde. Aehnlich wie in den gröberen Bestandtheilen der Schlammmasse von Paterno finden sich auch hier weissschalige, mit harter Gesteinssubstanz ausgefüllte, also versteinerte *Foraminiferen* in besonders reichlicher Menge, namentlich *Globigerinen*, nach Art der in den benachbarten Tertiärschichten vorkommenden Formen. Es ist hervorzuheben, dass auch hierin jede Spur vulkanischer Gesteinsfragmente oder Mineralien fehlt. In den feinen Schlammtheilen bemerkt man u. d. M. nicht besonders häufig *Coccolithen* in gut erhaltenem Zustande. Zahlreiche Ringfragmente und feinste Kerne deuten darauf hin, dass viele derselben zertrümmert, nur theilweise erhalten worden sind. Auch dieser Schlamm enthält nach den Untersuchungen von Ass. Schwager

1) in Wasser lösliche Salze	3,70
2) durch Essigsäure zersetzbaren Antheil . .	4,18
3) in Salzsäure „ „ . .	24,62
4) in Schwefelsäure „ „ . .	13,50
und einen Rest mit	54,00
	100,09

Die in Wasser löslichen Salze sind:

Chlornatrium	3,305
Schwefelsaures Natrium . .	0,227
„ Kalium . . .	0,121
„ Kalk . . .	0,033
	3,686

In Essigsäure wird zersetzt:

Kohlensaure Kalkerde . . .	3,80
„ Bittererde . .	0,38

Der durch Salzsäure unter lebhaftem Aufbrausen zersetzte Antheil ist etwas Bittererde und Eisenoxydul-haltiges

Kalkcarbonat neben kleinen Mengen von Thon. Durch Salzsäure wird ferner A und dann durch Schwefelsäure ein Antheil B zersetzt, welche bestehen aus:

	A	B
Kieselsäure . . .	26,36	45,12
Thonerde . . .	23,44	37,48
Eisenoxydul . .	17,24	3,46
Kalkerde . . .	2,52	0,51
Bittererde . . .	7,92	1,40
Kali	3,18	4,77
Natron	3,91	2,62
Wasser	14,15	4,88
	90,72	100,14

Dieser Bestandtheil ist ein Alkali-reicher, Eisen- und Wasser-haltiger Thon von der Beschaffenheit, wie er häufig in thonigen Sedimentär-Ablagerungen gefunden wird.

Der Rest ist zusammengesetzt aus:

Kieselsäure	78,04
Thonerde	16,81
Eisenoxyd	0,91
Kalkerde	1,23
Bittererde	0,07
Kali	0,83
Natron	1,54
Wasser	1,24
	100,67

Darin scheint neben einem kleinsten Theil durch Schwefelsäure nicht zersetzten Thones die Kieselsäure in Form von Quarzkörnchen vorzuherrschen. Nimmt man die Zusammensetzung des Schlamms ohne Scheidung des in Salzsäure und Schwefelsäure zersetzbaren und Restantheils, so ist dieselbe:

Kieselerde	54.42
Thonerde	19.63
Eisenoxyd	5,17

Kalkerde	3,58
Bittererde	2,36
Kali	1,59
Natron	4,03
Kohlensäure	2,48
Chlor	2,01
Schwefelsäure	0,22
Wasser	4,79
	100,28

Wir gewinnen in diesen Zahlen das Mittel, diese Zusammensetzung mit jenen andern Thongesteinen zu vergleichen, welche man meist nur nach der Bauschanalyse kennt und die wir später erwähnen werden. Wir wollen hier nur vorläufig auf die Aehnlichkeit dieser Zusammensetzung mit jener des von Abich analysirten Eruptionsmaterials des Schlammvulkans von Kumani und mancher Tiefseeschlammablagerungen hinweisen. Von Beimengungen vulkanischer Produkte oder von einer tuffartigen Zusammensetzung war nichts zu beobachten.

Ich wende mich zunächst der weiteren Untersuchung zweier Schlammauswurfsmassen zu, welche aus den durch zahlreiche Salse, Gasexhalationen und Petroleumquellen bekannten Gegenden der Apeninnen bei Modena und Parma stammen, um auch einige Beispiele aus dem nördlichen Italien für den Vergleich zu gewinnen.

Ueber diese norditalienischen Schlammvulkane verdanke ich der Güte des Herrn Bergdirektors E. Stöhr folgende Mittheilung: „Beschränkt man den Begriff „Salse "näher bloss auf die wirklichen Schlammvulkane, die nicht bloss Kohlenwasserstoffgas ausstossen, sondern auch Schlammströme und Gesteinsfragmente ausschleudern, so finden sich in der heutigen Provinz Modena und Reggio nicht weniger als 8 solcher ausgesprochener Salze, nämlich:

1) Die von Monte Gibbio bekannt unter dem Namen der Salse von Sassuolo. Dazu kann man drei benachbarte kleinere Salse rechnen, welche anscheinend selbstständig, doch in innigem Zusammenhange mit der Hauptsalse zu stehen scheinen.

2) Die Salse von Nirano, auf die zuerst Brignoli [13]) aufmerksam gemacht hatte und welche dann von Stoppani beschrieben wurde.

3) Die Salse della centura oder delle prate, die unweit von Mont'Ardone liegend zuerst von Ménard la Groye [14]) beschrieben wurde.

4) Die Salse von Pujanello, bereits von Spallanzani [15]) beschrieben und mit dem Namen della Toro della Maina belegt.

5) die Salse von Ospedaletto, die bisher noch nicht erwähnt wurde.

6) Die Salse von Casalina-Moncerato, ebenfalls noch unbeschrieben, aber bereits von Brignoli erwähnt. Alle die bisher genannten Salse liegen im Modenesischen; die folgenden dagegen in den Provinzen Reggio nämlich

7) die Salse von Querzola, von Spallanzani (Querzuola) beschrieben und

8) die Salse von Casola, die derselbe Gelehrte irrthümlich als die von Canossa angibt.

Einige der bedeutendsten derselben wollen wir nun näher untersuchen.

---

13) Relatione dell' ultima eruzione d. salza di Sassuolo, Reggio 1836.

14) Journal de Physique Vol. 86.

15) Viaggi delle due Sicilie e in alcune parte dell' Appennino Tom. III 1795 Pavia.

Salsa di Nirano [16]).

Einer der bekanntesten, noch jetzt sprudelnden Schlammvulkane liegt im Süden von Modena und östlich von Sassuolo im Gebiet der astischen Subapenninsmergel unfern von dem kleinen Dorfe Nirano. Herr Director Stöhr theilt mir darüber folgende Einzelheiten mit:

„Ungefähr 1 Kilometer nördlich vom Dorfe Nirano liegt am Südostgehänge eines aus blaugrauen Subapenninmergeln bestehenden Höhenzugs etwa 40 m. unter dessen Kamm ein kleines, auf drei Seiten von Hügeln umgebenes, nach Süden offenes Hochplateau, das sich schon von ferne von dem ringsumgebenden Grün des reich bepflanzten Landes durch seine Kahlheit und helle Erdfarbe in auffallender Weise abhebt. Auf dieser etwa 400 m. langen und über 100 m. breiten Hochfläche finden sich nun zahlreiche Schlammkegel, welche durch ihre Ausdehnung, durch ihre häufigen und nach Zeit sich einstellenden Erruptionen durch die mächtigen Schlamm- und Gasexhalationen als die grossartigsten aller italienischen Salse, jene der berühmten Macabuba nicht ausgenommen, gelten können. Dieser Complex wird als Salsa di Nirano bezeichnet.

Die kleine Hochfläche wird von einem hellen, blaugrauen erhärteten Schlamm, der von früheren Ergüssen abstammt, gebildet und lässt keine jener schartkantigen Gesteinsfragmenten wahrnehmen, welche die Salse von Sassuolo kennzeichnet. Die hier aufgesetzten Schlammkegel sind bald bloss unansehnliche Bodenschwellungen von einigen cm. bis $^1/_3$ — $^1/_2$ m. Höhe aus breiter Basis sich erhebend bald bilden sie steile, 1—3 m. hohe conische Erhöhungen Bei ihrer Veränderlichkeit ist die Anzahl nicht constant; es wurden deren 15 — 18 gezählt, die jedoch meist nicht alle gleichzeitig thätig sind.

16) Vergl. Stoppani, J. Petrolii in Italia in Politecnico Vol. II Milano 1866 p. 55 u. fdd.

Auf den Gipfeln dieser kegelförmigen Aufragungen finden sich immer kleine kraterähnliche Oeffnungen, aus denen bei einigen fortwährend Schlamm überfliesst und Gasblasen geräuschlos aufsteigen, während bei andern das Ausstossen des Schlamms und die Gasexhalationen in kurzen Pausen intermittirend unter Begleitung eines einer arbeitenden Dampfmaschine ähnlichen stossweisbrausenden Geräusches erfolgt. Jede solche periodische Eruption beginnt mit einem stossweisen Geräusch in der Tiefe, dieses steigert sich nach und nach, bis die Oeffnung mit Schlamm gefüllt ist. Nun fliesst derselbe unter starker Gasentwicklung über, oder aber steigt bei einigen $^1/_3 - ^2/_3$ m hoch senkrecht in die Luft springbrunnenartig empor, um dann rasch zurück zu fallen. Dieses Spiel wiederholt sich in Pausen von 30 Sekunden bis 40 Minuten. Wenn man versucht mit einer langen Stange den Grund der Kegel zu erreichen, so erweist es sich, dass man in $1^1/_2 - 2$ m Tiefe noch keinen Grund erreicht.

Ausser diesen mehr oder weniger thätigen Kegeln befinden sich in der nächsten Nähe nicht weniger als 39 Oeffnungen im Boden, aus denen Gasblasen aufsteigen und Schlamm sich ergiesst; einige derselben waren augenscheinlich in Neubildung begriffen. Daneben liegen weiter noch 5 Tümpel eben im Boden, die theils mit Salzwasser, theils mit flüssigem, grosse Gasblasen ausstossendem Schlamm erfüllt sind. Das Gas ist nicht zu entzündlich. Ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich 1—2 Mèter, nur einer geht über 2 m hinaus." [17])

---

17) „Um unrichtigen Vorstellungen zu begegnen muss bemerkt werden, dass die Abbildung dieser Salse, welche Stoppani in Politecnico, Vol. II. 1866 p. 60 giebt, durchaus nicht zutreffend ist, vielmehr als vom Zeichner völlig falsch dargestellt angesehen werden muss. Denn es lässt sich weder von der Vulkanen-ähnlichen Umwallung noch

Die von Hrn. Direktor Stöhr vorgenommenen Temperaturmessungen (13. Mai 1866 Vorm. 11 Uhr) zeigten 20° C. Luftwärme, genau denselben Grad besass auch die Flüssigkeit in den Tümpeln, während in den Kegelöffnungen die Temperatur zwischen 15—16° C. schwankte.

„In früherer Zeit muss die Eruptionsthätigkeit dieser Salse bedeutend stärker gewesen sein, weil in den umliegenden Feldern noch die Spuren erloschener Wirksamkeit sichtbar geblieben ist.

„Gegen die Erscheinungen bei der Salse von Sassuolo macht sich hier eine Verschiedenheit bemerkbar, welche darauf beruht, dass die Salse von Nirano im Untergrunde auf blaugrauen Subapenninmergel der astischen Stoffe aufsitzt, wesshalb in den Auswurfsprodukten nur Schlammmassen ohne Gesteinfragmente zum Vorschein kommen, während bei der Salsa di Sassuolo, welche auf der Grenze zwischen den Subapenninmergeln aufliegenden obersten gelben Sand und der untenlagernden Argille scagliose ihre Stelle findet, die letztere noch in das Bereich der Eruption reicht und daher eckige Stücke der Argille scagliose mit zu Tage gebracht werden."

Das aus der Salsa di Nirano herausfliessende schlammige Material erhärtet zu einer aschgrauen, brüchlichen, zwischen den Fingern schwer zerreiblichen, in Wasser aber sofort zu einem weichen, zuweilen etwas Bitumen enthaltenden Brei zerfliessenden Masse. Durch Abschlämmen derselben erhält man kleine Mengen gröberer Theilchen (3—5%) — Mergelbröckchen, Kalkspathstückchen, Gyps-

---

von aufsteigenden Dämpfen irgend etwas sehen. Die in Form eines grossen Kraterrandes dargestellte Umgebung ist nichts anderes, als der aus Subapenninmergel bestehende Höhenzug, an den sich die kleine Fläche der Salse anlehnt" (Stöhr).

splitter und in ziemlicher Menge versteinerte *Foraminiferen*, sowie Bruchstüke von Muschelschalen, dann Glauconit- und Sandkörnchen. Auch Echinodermenstacheln kommen, jedoch spärlich vor; dagegen scheinen *Diatomeen* und *Radiolarien* zu fehlen. In den feinen Schlammtheilchen herrschen Thonflocken, Sandsteinkörnchen und undurchsichtige, durch organische Materie gefärbte kalkhaltige Bestandtheile vor. *Coccolithe* sind nicht sehr häufig, aber doch in ansehnlicher Menge vorhanden. Ausserdem bemerkt man Glimmerschüppchen und feinste Quarzsplitterchen. U. d. M. mit Anwendung des polarisirten Lichtes geben sich in dem durch Säuren von den beigemengten Kalktheilchen befreiten Reste weder Feldspath- noch Augit- oder Hornblendestükchen zu erkennen.

Der Schlamm braust mit Säuren behandelt lebhaft auf und gibt mit verdünnter Essigsäure behandelt an Karbonaten ab: 19,83 %

	19,83 %	
	12,84 „	werden weiter durch starke Salzsäure zersetzt
und	62,80 „	bleiben im Rest, endlich
	4,05 „	sind in Wasser lösliche Salze
	99,52 %	

Die zur Verfügung stehende Menge des Schlamms war zu gering, um eine erschöpfende Analyse der in Wasser löslichen Salze vorzunehmen. Der Hauptsache nach bestehen sie aus Chlornatrium (3,37%), kohlensaurem Natron (0,72%) und Gyps mit schwefelsaurem Natron (Rest).

In dem durch Essigsäure zersetzbaren Antheil wurden an Karbonaten kohlensaure Kalkerde (15,84) mit geringen Mengen von Bittererde und Eisenoxydul sowie mit Spuren von Manganoxydul erkannt.

In dem bleibenden Reste wird ein Theil (12,84%) durch kochende Salzsäure zersetzt und zwar mit:

Kieselsäure	23,66
Thonerde	30,71
Eisenoxyd (Oxydul) .	16,53
Kalkerde	12,98
Bittererde	Spur
Kali	2,66
Natron	1,95
Wasser	10,33
	98,82

In dem nach der Behandlung der Salzsäure bleibenden Rest wird ferner durch conc. Schwefelsäure ein Antheil von 27,45% zersetzt und zwar mit:

Kieselerde	53,70
Thonerde	25,14
Eisenoxyd	4,48
Kalkerde	0,24
Bittererde	0,66
Kali	4,87
Natron	1,59
Wasser	8,92
	99,60

In dem Rückstande nach der Behandlung mit Salzsäure dagegen sind enthalten:

Kieselsäure	62,93
Thonerde	22,97
Eisenoxyd	2,34
Kalkerde	0,03
Bittererde	0,39
Kali	2,65
Natron	4,50
Wasser	3,90
	99,79

Abgesehen von Quarz, der sich u. d. M. leicht in zahlreichen Körnchen nachweisen lässt, dann von Glimmer und

Thon nimmt an diesem Reste eine verhältnissmässig natronreiche Beimengung, die fürs erste noch nicht näher zu deuten ist, wesentlichen Antheil.

Die ganze Masse des Schlamms enthält demnach

Kieselsäure	42,48
Thonerde	18,16
Eisenoxyd (Oxydul) .	3,46
Kalkerde	10,42
Bittererde	1,90
Kali	2,60
Natron	6,49
Kohlensäure	8,96
Chlor	2,60
Schwefelsäure . . .	Spur
Wasser	3,76
	100,23

Diese Bauschanalyse zeigt, wie wenig sie geeignet erscheint, uns über die Natur der Gemenge, welche im Schlamm vereinigt sind, irgend ergiebige Aufschlüsse zu geben.

Fast in gleicher Weise verhält sich auch die eruptive Schlammmasse der benachbarten berühmten grossartigen, schon von Plinius[18]) beschriebenen Salsa von Sassuolo, welche jetzt nur mehr geringe Thätigkeit entwickelt, früher aber sehr bedeutende Schlammergüsse zu Tag brachte.

Herrn Direktor Stöhr verdanke ich die folgende aus seiner eigenen Untersuchung hervorgegangene Schilderung dieses berühmten Schlammvulkans:

„Die Sassuola-Salse ist der Typus für jene Klasse von Schlammvulkanen, bei welchen nicht einfach Schlammmassen und Gase hervorgestossen, sondern auch Gesteinsfragmente in grosser Menge mit zu Tag gefördert

18) Historia mundi lib. II cap. LXXXIII.

werden. Etwas über 2 Kilometer S. von Sassuolo am Monte Gibbio gelegen besteht diese Salse in den meist langandauernden Ruheperioden aus wenigen, unscheinbaren, mit Salzwasser gefüllten Tümpeln, aus denen sich Blasen brennbaren Gases entwickeln. Im stärksten Contrast gegen die anscheinend geringfügige Thätigkeit tritt dagegen die Salse bei den zeitweise gewaltsamen Eruptionsparoxismen mit den grossartigsten Erscheinungen hervor. Bereits Plinius erwähnt den grossartigen Ausbruch vom Jahre 90 v. Ch. Den letzten vom Jahre 1835 hat der Ingenieur Brignoli di Brunhof vortrefflich beschrieben. Nach dessen Schilderung floss der Schlamm 1835 über 1 Kilometer weit herab und füllte ein kleines Thälchen aus; die ganze Auswurfsmasse schätzt Brignoli auf 1½ Millionen Cubikmeter. In Gegenhalt hiermit steht die zutreffende Darstellung, welche Theod. Fuchs 1875 [19]) gegeben hat.

Diese Schlammströme haben grosse Aehnlichkeit mit Erdrutschen, indem so zahlreiche, scharfkantige Gesteinsbrocken in der Schlammasse eingebettet sind, dass häufig nur diese Gesteinsfragmente dem Auge sichtbar sind. Diese Trümmer bestehen aus Flysch und Macigno, denen sich Brocken von glauconitischem Sandstein, Splitter von Kalkspath, ferner mit Manganmineralien überrindete Gesteinsstücke und Schwefelkiestheile beigemengt zeigen. Manchmal findet man auch einzelne Stücke des bekannten Serpentins der Apenninen im Schlamm eingewickelt."

Leider stand mir von dem Schlamm dieser Salsa eine für die chemische Analyse zureichende Menge nicht zur Verfügung. Wir besitzen nun zwar eine Analyse desselben von Spallanzani, [20]) welche die folgende Zusammensetzung angiebt:

19) Sitz. der Acad. d. Wiss. 1875.

20) Viaggi a. a. O. T. III. p. 336.

Kieselsäure	49
Thonerde	38
Kalkerde	10,
Magnesia	3
Eisen	3,6

Indess ist diese Analyse zu alt und sichtlich ungenau, um benützt werden zu können.

Was die dürftigen, an Gesteinsbrocken anhaftenden Schlammtheile zu beobachten gestatteten, ist im Wesentlichen nicht verschiedener von den Untersuchungsresultaten des Schlamm von Torre und lässt auch hierin keine Spur ächten vulkanischen Eruptionsmaterials erkennen.

Schlammmasse vom Schlammvulkan von Torre.

Die aus einem der Hauptsprudel des sog. Schlammvulkans von Torre bei Traversetolo[21]) in den Apenninen von Parma geflossene, im trocknen Zustande aschgraue, ziemlich leicht zerreibliche thonige Substanz, welche ich der Güte des Hrn. Prof. Strobl in Parma verdanke, erweicht leicht in Wasser und giebt einen zähen, schmierigen Teig, der sich schwierig abschlämmen lässt.

Durch Wasser lässt sich ein Gehalt von 2,755 % löslichen Salzen aus der Schlammmasse ausziehen, welche weitaus der grössten Menge nach aus Chlornatrium mit geringen Mengen an Gyps und Spuren von Bittererdesalzen bestehen. Bei der ausgelaugten Masse konnte ich durch Schlämmen 33,26% gröbere Gemengtheile von dem feinen Schlamm absondern.

Da die gröberen Beimengen aus kleinen Gesteinsbrocken, Sandkörnchen und zahlreichen organischen Ueberresten bestehen, so wird diese besonders behandelt und zwar zunächst

21) Stoppani, I. Petrolii, im Politecnico V. II 1866 p. 54.

mit sehr verdünnter Salzsäure, durch welche die Karbonate und etwas Silikat von noch nicht sicher ermittelter Zusammensetzung zersetzt werden und zwar

mit 37,87 %, während

62,13 % von Salzsäure unzersetzt blieben.

Der zersetzte Theil besteht aus:

kohlensaurer Kalkerde . . .	33,86
„ Eisenoxydul . .	1,89
„ Bittererde . .	1,92
„ Manganoxydul .	Spur
Thonerdesilikat	0,20
	37,87

Wir wollen zunächst diese gröbere Beimengung näher untersuchen. Wie schon bemerkt, sind in derselben zahlreiche organische Ueberreste enthalten; besonders zahlreich findet man weissschalige Steinkerne von *Foraminiferen,* wie solche in den benachbarten pliocänen Tertiärschichten vorkommen. Darunter machen sich besonders *Globigerinen* durch ihre Häufigkeit bemerkbar. Daneben sieht man kleine Fragmente von Muschelschalen, von *Echinodermen* u. s. w. Weder *Diatomeen* noch *Radiolarien* wurden angetroffen. Quarzklümpchen und Glauconitkörnchen sind als *Foraminiferenkerne* zu deuten. Um die Mineralbeimengungen von den begleitenden mergeligen Theilchen zu befreien, wurde die Masse, wie erwähnt, mit Salzsäure behandelt. In dem zurückbleibenden Reste konnten nur Quarzkörner, Glimmerblättchen und undurchsichtige Thonbrocken deutlicher unterschieden werden. Weder Augit noch Feldspaththeilchen liessen sich i. p. L. auffinden.

Der gesonderte feine Schlamm, der 66,74 % des ausgelaugten Materials ausmacht, wurde gesondert weiter untersucht. Beim Behandeln mit stark verdünnter Salzsäure brauste derselbe lebhaft, indem sich die darin enthaltenen Karbonate zersetzten.

In dem bei 100° C. getrockneten Feinschlamm fand ich durch verdünnte Salzsäure zersetzbar 27,095 % und zwar

kohlensaure	Kalkerde . .	22,325
„	Eisenoxydul .	2,314
„	Manganoxydul .	0,154
„	Bittererde . .	1,992
Thonsilikat		0,210
		27,095

Der unzersetzte Rest enthält:

Kieselerde	68,50
Thonerde . . . . } Eisenoxyd . . . . }	20,56
Kalkerde	Spuren
Bittererde	0,82
Kali . . . . } Natron . . . . . }	3,55
Wasser	6,69
Summe	99,56

Unter dem Mikroscop verhält sich dieser Rest, ähnlich wie jene der süditalienischen Schlammassen. Neben feinen Quarzkörnchen bemerkt man Glimmerblättchen, opake Thonklümpchen, trüebe, durch organische Materie gefärbte Knöllchen, welche Ausfüllungen von Foraminiferenkammern zu entsprechen scheinen und Thonflocken, während in der noch nicht mit Salzsäure behandelten Masse zahlreiche *Coccolithe* sichtbar sind. Fragmente von vulkanischen Mineralgemengtheilen oder von zertrümmertem vulkanischem Gestein, von Asche, Bimstein oder Lava sind nicht vorhanden.

Aus diesen Untersuchungen geht zur Genüge hervor, dass auch die Schlammmassen der Salsen, von welchen viele der äusseren Erscheinung nach von den sog. Schlammvulkanen nicht verschieden sind, im nördlichen Italien nur aus aufgeweichtem Thon

und Mergel der zunächst benachbarten und im Untergrunde vorhandenen tertiären Schichtgesteinen der tortonischen und astischen Stufen bestehen. Von einer Betheiligung vulkanischer Produkte an der Zusammensetzung des durch Gasexhalationen emporgehobenen und z. Th. ausgestossenen Materials ist nichts wahrzunehmen.

Gleichwohl berechtigen diese Beobachtungen noch keineswegs zu dem Schlusse, dass, wenn auch die sog. Schlammvulkane Italiens wenigstens in ihrer Eruptionsmasse keine vulkanischen Produkte zu Tage fördern, nicht in andern Gegenden ein direkte Betheiligung der letzteren an der Bildung der Schlammmasse stattfinden könne. In dieser Beziehung verdienen vor allem die durch die klassischen Arbeiten Abich's so genau bekannt gewordenen Schlammvulkane der Umgegend des caspischen Meeres umsomehr der Beachtung, als Abich[22]), bei der Untersuchung der Schlammmassen aus diesen Länderstrichen zur Annahme gelangte, dass sie in gewissen Theil — in einer mineralogischen Grundsubstanz — eine Trachytporphyr-artige Zusammensetzung besitzen und aus einer Umbildung vulkanischen Gesteins hervorgegangen seien. Die Eruptionsmasse des Schlammvulkans von Kumani ist nach ihm z. B. zusammengesetzt aus:

1) kohlensaure Erden und Salze 14,76 %
2) Palagonit-Substanz . . . 37,22 „
3) Trachytporphyr-Substanz . 47,88 „

Es schien daher von sehr grosser Wichtigkeit, gerade diese Schlammmassen mit den soeben beschriebenen in Vergleich ziehen zu können.

Durch die zuvorkommende Freundlichkeit des geehrten Forschers bin ich in die angenehme Lage versetzt worden,

22) Ueber e. im caspischen Meere erschienene Insel, Mém. de l'Acad. d. scienc. d. St. Petersbourg VII. Sér. Bd. VI. S. 75 u. 111.

von denselben Schlammmassen des Schlammvulkans von Kumani sowie von anderen Vorkommnissen der caspischen Region Untersuchungsmaterial zu erhalten. Für diese Förderung meiner vergleichenden Beobachtungen über diesen Gegenstand fühle ich mich dem gelehrten Geologen im höchsten Grade verpflichtet.

Schlammmasse des Schlammvulkans von Kumani.

Bezüglich der näheren Umstände und geologischen Verhältnisse, unter welchen dieses Material zu Tage gefördert wurde, darf ich hier auf die ebenso erschöpfende, wie gründliche Schilderung Abich's selbst (a. a. O. S. 7 u. fdd.) verweisen. Nur zur ganz allgemeinen Orientirung sei erwähnt, dass im Mai 1861 eine neue Insel unfern Baku auftauchte und Schlammausbrüche mit Gasexhalationen zeigte, wie sie so häufig in dem benachbarten Festlande vorkommen. Das Gerippe der Insel bestand aus Tertiärgestein, wie es in den benachbarten Küsten auftritt, aber dasselbe bildete nur ein Trümmerhaufwerk, über welches ein zähflüssiger, oben erhärteter, in der Tiefe noch weicher, eruptiver Thonschlamm sich ausbreitete. Nach kurzem Bestande versank die Insel wieder.

Dieser Eruptivschlamm ist trocken genau von dem Aussehen und der Beschaffenheit desjenigen der italienischen Schlammvulkane. In Wasser leicht erweichend verwandelt er sich in einen zähen Thonteig und giebt an das Wasser lösliche Salze ab, die an Menge indess unbeträchtlich (0,679 %) sind und bei der geringen zur Verfügung stehenden Menge des Materials nicht sehr genau bestimmt werden konnten. Es herrscht darin schwefelsaures Natron vor (0,510), dazu kommt Chlornatrium (0,098) und schwefelsaures Kali (0,071), Chlornatron und schwefelsaure Salze gleichfalls darin vor.

Die ausgelaugte Schlammmasse als Ganzes ist nach der Analyse von Ass. Ad. Schwager (I), welche jener von Abich (II) des Vergleichs wegen beigesetzt ist, zusammengesetzt aus:

	I	II
Kieselsäure . . .	54,53	53,26
Thonerde . . .	20,76	12,93
Eisenoxyd . .	4,69	4,63
Eisenoxydul .		2,10
Manganoxydul .	—	0,14
Kalkerde . . .	6,34	6,79
Bitterede . . .	2,10	3,48
Kali	1,35	2,03
Natron	1,34	3,42
Kohlensäure . .	6,46	6,33
Chlor	—	0,10
Schwefelsäure . .	—	0,24
Wasser	2,80	4,60
	100,37	100,05

Trotz einiger Differenzen, welche vermuthlich von dem verschiedenen Grad, bei welchem die Masse getrocknet wurde, und von verschiedenen Trennungs- und Berechnungs-Methoden herrühren mögen, ist so viel aus diesen Analysen zu ersehen, dass es wesentlich dieselbe Substanz ist, mit welcher die Untersuchung vorgenommen wurde.

Wir verfolgen zunächst die chemische Analyse weiter:

Durch sehr verdünnte Säuren (Essigsäure) lassen sich die Karbonate wegnehmen. Sie betragen 11,67 %

	nach Schwager	nach Abich
Kohlensaure Kalkerde .	8,91	10,60 %
„ Bittererde .	1,76	3,50 „
	10,57	

Durch die Behandlung der übrigbleibenden Masse mit

concentrirter Salzsäure zersetzt sich ein Gemengtheil von 26,50 %, aus:

		nach Abich aus
Kieselerde . . .	35,61	42,02
Thonerde . . .	22,23	16,48
Eisenoxyd . . .	16,12	10,65
Eisenoxydul . .	—	5,03
Manganoxydul .	—	0,37
Kalkerde . . .	4,87	2,56
Bittererde . . .	5.19	4,53
Kali	1,29	2,14
Natron	3,32	3,86
Wasser	11,80	12,36
	100,43	99,94

Die Differenzen dieser Analysen beruhen wohl auf der Anwendung verschieden starker Säure und verschieden langer Behandlung. Abich zieht aus diesem Ergebniss der Analyse den Schluss, indem er den durch Salzsäure zersetzbaren Antheil als eine einheitliche Substanz ansieht, dass dieser Bestandtheil dem Palagonit entspreche. Ich kann dieser Annahme nicht beipflichten.

Schalten wir hier zunächst einige Resultate der optischen mikroscopischen Untersuchung ein und zwar des ursprünglichen Materials und nach der Wegnahme der Karbonate durch sehr verdünnte Säure. Betrachtet man zunächst das Material im Ganzen unter dem Mikroscop, so nimmt man neben der Hauptmasse undurchsichtiger, feinkörniger Flocken und Klümpchen, wie sie allen Thonmassen eigen sind, Sandkörnchen, Glimmerschüppchen, Kalkspathstückchen, kleine Schwefelkieskryställchen, Glauconitkörnchen und zwar sehr spärliche, aber doch deutlich kenntliche *Coccolithen* wahr. Sie könnten natürlich ebenso gut, wie die Kalkspathsplitterchen und Glauconitkörnchen aus dem aufgelockerten Tertiärgestein des Unter-

grundes stammen und sich nur spärlich, wie Abich wohl annimmt, sekundär den Palagonitmassen beigemengt haben. Denn die Karbonate stammen unter keinen Umständen aus dem vulkanischen Material.

Nach der Behandlung mit verdünnter Säure und Hinwegnahme der Karbonaten (auch der *Coccolithen*) zeigt der Rückstand des Schlamms keine wesentlich veränderte Zusammensetzung. Ich habe mit grosser Aufmerksamkeit das Material u. d. M. in Bezug auf die An- und Abwesenheit von palagonitartigen Beimengungen unter vergleichender Untersuchung typischer Palagonittuffe beobachtet, ohne auch nur verdächtige Fragmente wahrzunehmen. Splitterchen von Feldspath kommen zwar vor, wie solche übrigens auch in den dem Schlamm beigemengten Bruckstücken tertiärer Schichten aufzutreten pflegen. Da überdiess der durch starke Salzsäure zersetzbare Antheil seiner Zusammensetzung nach nicht wesentlich abweicht von jenem des durch Salzsäure zerlegbaren Theils mancher offenbar sedimentärer Thonmassen, bei denen von einer Beimengung vulkanischer Produkte nicht die Rede sein kann und auch keine Spur der letzten optisch nachweisbar sind, so scheint es naturgemässer, auch bei dem Schlamm von Kumani den durch starke Salzsäure zerlegbaren Gemengtheil einem wasserhaltigen Thonerdesilikate zuzuschreiben, das allerdings mineralogisch noch nicht genau festgestellt ist, aber wohl in fast allen sedimentären Thonarten wiederkehrt und dadurch eine gewisse Selbstständigkeit gewinnt. Man könnte an eine Zeolith-ähnliche Substanz denken.

Der durch Schwefelsäure zerlegbare Antheil ist mineralogisch gleichfalls noch undefinirt; aber auch hier dürfte die Beständigkeit des Auftretens ähnlich zusammengesetzter, blättriger Schuppen in fast allen sedimentären Thongesteinen auf einen bestimmten, vielleicht Glimmer-ähnlichen Bestandtheil hindeuten. Die mikroskopische Untersuchung vor und

nach der Einwirkung der Schwefelsäure giebt jetzt noch keine genügende Auskunft hierüber. Der durch Schwefelsäure zersetzbare Theil (44,50 %) besteht aus

SiO_2 . . .	5,84
Al_2O_3 . . .	28,70
Fe_2O_3 . . .	5,68
CaO . . .	0,51
MgO . . .	1,23
Ka_2O . . .	3,20
Na_2O . . .	1,49
Wasser . .	4,53
Summe	100,65

Endlich der Rest enthält:

Kieselsäure	85,79
Thonerde	7,82
Eisenoxyd	0,32
Kalkerde	0,42
Kali	2,20
Natron	2,75
	99,30

Der letzte Rest, der noch nach der Einwirkung der Schwefelsäure bleibt, enthält nachweislich viele Quarztheilchen. Dazu kommen noch unzersetzt gebliebene Thonbröckchen und einzelne Feldspathkörner, welch' letztere mikroskopisch sich zu erkennen geben.

Von grossem Vergleichswerthe ist die Untersuchung der im Eruptivschlamm von Kumani eingeschlossenen, festeren Gesteinsstücke, welche, wie vorher erwähnt, als Trümmer gleichsam schwimmend in den fliessenden Schlamm eingewickelt sind.

Der röthlich graue Thon, der manchem Argilla scaliose aus dem Apennin ähnlich ist, lässt sich zerlegen in:

I. 11,0 % Karbonate (hauptsächlich Kalk),

II. 26,5 „ in starker Salzsäure zerlegbare Theile

III. 44,5 „ in Schwefelsäure zerlegbare Theile,
IV. 18,0 „ rückständigeu Rest.

Die Analyse dieser Theile ergab als Bestandtheile:

	Bauschanalyse	II mit Salzsäure	III mit Schwefelsäure	IV Rest
Kieselsäure .	50,56	35,61	54,12	93,39
Thonerde .	15,10	22,23	25,45	4,02
Eisenoxyd .	8,30	16,12	6,36	0,40
Kalkerde .	6,09	0,41	0,27	—
Bittererde .	3,16	9,19	2,02	—
Kali . . .	2,71	1,29	5,42	1,14
Natron . .	1,20	3,32	0,99	0,99
Kohlensäure	4,84	—	—	—
Wasser *. .	6,47	11,80	—	—
	98,43	99,97	100,09	99,94

Indem man diese Zahlen mit jenen vergleicht, welche bei dem Eruptivschlamm von Kumani erhalten wurden, so ergibt sich zwar keine absolute Uebereinstimmung, aber doch eine solche Aehnlichkeit, dass sich die Enstehung des Schlamms aus der Auflockerung der auf ähnliche Weise, wie der feste Thon, zusammengesetzten tertiären Schichtgesteinen ungezwungen ableiten lässt.

Dieses wird auch durch die optisch mikroskopische Analyse bestätigt. Die durch Auflockerung des thonigen Gesteins erhaltene Masse verhält sich in den verschiedenen Stadien der Einwirkung von Säuren in ganz gleicher Weise, wie der Eruptivschlamm, nur dass in dem letzten Reste deutlich die Quarzkörnchen häufiger vorkommen. Es ist besonders hervorzuheben, dass auch in dieser in Wasser erweichten und zerdrückten Thonmasse nicht mehr und nicht weniger Spuren von Beimengungen vulkanischen Ursprungs oder von Mineralien aus Trachyt getroffen wurden, als solche in dem Eruptivschlamm von Kumani etwa sich annehmen liessen. Dabei darf daran erinnert werden, dass

in dem jetzt noch in der Tiefsee sich ablagernden rothen Thon [23]) vielfach Splitter von Sanidin, Augit, Hornblende, Olivin und Magneteisen angetroffen werden, die von vulkanischen Ausbrüchen weit verschwemmt worden sind.

Eine zweite Probe von Eruptivschlamm, welche ich der Güte des Hrn. Abich aus den caspischen Gegenden verdanke, stammt von den jüngeren Schlammströmen der Insel Bulla. Auch über das Einzelne der Verhältnisse, welche sich mit den Eruptionen der Schlammvulkane dieser Insel verbunden zeigen, finden sich die ausführlichsten Schilderungen in Abich's interessantem Bericht (a. a. O. S. 19 u. flg.) Das Ganze dieser Art der Auswurfserscheinungen und Gasausströmungen gleicht so sehr dem bei dem Schlammvulkan von Macaluba beschriebenen, dass man nahezu die eine für die andere setzen könnte. Auch auf der Insel Bulla bildet dislocirtes, thoniges, tertiäres Trümmergestein den Untergrund, auf dem sich 2 — 2½ m hohe spitze Auswurfskegel erheben. Aus ihnen werden in Zwischenräumen Gase und Thonschlamm ausgestossen, wobei sich ein Geruch nach Naphta und Schwefelkohlenstoff (?) bemerkbar macht.

Die Schlammmasse von Bulla lässt sich abgesehen von einem geringen Gehalt an in Wasser löslichen schwefelsauren und Chlor-Salzen zerlegen in

I.	13,36 %	Karbonate (von Kalk-Bittererde und etwas Eisenoxydul),
II.	14,44 „	in starke Salzsäure zersetzbaren Theilen,
III.	72,20 „	im Rückstand bleibenden Restantheil.
	100,00	

23) Voyage of the Challenger, The Atlantic Vol. II p. 379 u. fdd.

Die Bauschanalyse ergab als Zusammensetzung:

Kieselerde	53,36
Thonerde	17,26
Eisenoxyd	3,76
Kalkerde	6,70
Bittererde	1,37
Kali	2,72
Natron	2,32
Kohlensäure	6,01
Wasser	6,56
	100,06

Ein Vergleich mit der Zusammensetzung des Schlamms von Kumani und des in diesem eingehüllten thonigen Gesteins lässt erkennen, dass eine Uebereinstimmung herrscht, wie sie sich bei so vielfach vermengten Gesteinsmassen kaum grösser erwarten lässt. Es ist auch hier die grosse Aehnlichkeit mit der Zusammensetzung der tertiären Ablagerungen von grossem Gewichte.

Bei der Untersuchung unter dem Mikroskop lassen sich, abgesehen von gröberen festen Mergelstückchen, Quarz-, Gyps- und Glauconit-Körnchen, sowie von Glimmerblättchen, Schwefelkies, Magneteisenstückchen und deutlich auch wieder *Coccolithe* erkennen, die allerdings nur spärlich beigemengt sind. *Foraminiferen* und sonstige kleinste organische Ueberreste fehlen auch in diesem Schlamme.

Nach der Behandlung mit Salzsäure lassen sich einzelne Körnchen deutlicher unterscheiden, die eine optische Reaktion auf Feldspath geben. Sehr vereinzelt kommen ausserdem bräunlich gelbe Splitterchen vor, die auf Augit bezogen werden können.

Die durch Salzsäure zerlegten (II) und die Resttheile (III) sind zusammengesetzt aus:

	II	III
Kieselerde . .	31,25	67,67
Thonerde . . .	29,44	18,06
Eisenoxyd . .	12,35	2,74
Kalkerde . . .	—	0,09
Bittererde . .	4,23	0,05
Kali	1,45	3,47
Natron . . .	6,11	1,99
Wasser . . .	15,29	6,03
	100,12	100,04

Der in Salzsäure zersetzbare Antheil zeigt weniger Uebereinstimmung mit den vorausgehenden Proben, doch ist eine gewisse Analogie auch hierbei nicht ganz zu verkennen. Es muss in dieser Beziehung im Allgemeinen bemerkt werden, dass die durch die Behandlung mit der Säure gewonnenen Theilanalysen an sich wenig Uebereinstimmung erwarten lassen, weil die Zersetzbarkeit je nach der Stärke der Säure, der bei der Behandlung in Anwendung gebrachten Temperatur und besonders nach der Dauer der Einwirkung immer einer gewissen Schwankung unterliegt. Es gilt dies auch bei der Anwendung der Schwefelsäure, welche auch bei dieser Probe versucht wurde, ohne die Wirkung quantitativ auszuscheiden. Hierbei erlitten einzelne vorher unangegriffene Körnchen eine theilweise Zersetzung, sie wurden weiss und undurchsichtig, ohne jedoch sich in Kalilauge zu lösen. Es dürften diese Körnchen wohl als Feldspath, vielleicht als Labrador anzusehen sein. Die Glimmerblättchen erliegen einer völligen Zersetzung. Im Ganzen scheint mir nicht zweifelhaft, dass auch diese Schlammmasse nicht aus vulkanischem Zerreibsel besteht, sondern, wie jene in Italien, aus erweichtem thonig-mergeligem Tertiärgestein sich gebildet hat.

Es steht uns ferner aus der caspischen Schlammvulkanen-Region eine chemische Analyse zum Vergleiche

bereit, welche C. John[24]) mit der Schlammmasse von Mese-Ser (Sygilpyriy Abich's) bei Baku vorgenommen hat. Die Zusammensetzung ist folgende:

Bestandtheil		
Kieselsäure . . .	70,64	81,90 % in Salzsäure unlöslich
Thonerde	6,96	
Eisenoxyd	2,13	
Kalkerde	0,49	
Bittererde	0,29	
Alkalien und Verlust	1,39	
Eisenoxyd	5,75	
Thonerde	2,55	
Kohlensaure Kalkerde	5,23	
„ Bittererde	1,04	
Verlust, Alkalien etc.	3,53	
	100,00	

Diese Zusammensetzung zeichnet sich durch den relativ hohen Gehalt an Kieselsäure aus, welcher den der übrigen bis jetzt untersuchten Schlammmassen weit übersteigt und daher auf ganz besondere Umstände hinzuweisen scheint, unter deren Herrschaft der Schlammvulkan von Mese-Ser steht. Vielleicht, dass vorherrschend sandige Tertiärschichten das Material zu diesem Schlamm geliefert haben. Dass sehr sandige tertiäre Schichtgesteine in dortiger Gegend vorkommen, beweisen die Stückchen, welche ich gleickfalls durch die Güte des Hrn. Staatsrath Abich erhielt. Doch scheinen thonig-mergelige Bildungen auch hier vorzuherrschen.

Zwei Gesteinsproben aus den Schichtenreihen, welche die Basis des höchsten Schlammvulkans des Kaukasusgebiets, des Toragai[25]), bilden und in tiefen Schluchten an dessen Fusse zu Tag treten, gleichen dem äusseren Aussehen nach

24) Jahrb. d. k k. geolog. Reichsanstalt in Wien 1877 Bd. XXVII. S. 437.

25) Siehe Abich a. a. O. S. 26 u. 87.

die eine unserm festeren Flyschmergel (A), die andere dem Flyschmergelschiefer (B). Beide Proben wurden der Analyse unterzogen und erwiesen sich anstehend aus:

	A	B
I. Karbonaten	24,07 %	35,52 %
II. In Salzsäure zersetzbar	14,03 „	15,68 „
III. Rest	61,90 „	48,80 „
	100,00 %	100,00 %

Weiter bestehen diese Gesteine im Ganzen dann in dem Antheile II und III aus:

	Im Ganzen		In ClH zersetzbar		Restantheil	
	A	B	A II	B II	A III	B III
Kieselsäure	39,50	40,22	23,71	14,75	58,58	77,45
Thonerde	20,50	13,94	37,85	46,34	24,51	12,98
Eisenoxyd	3,25	1,36	10,35	3,01	3,12	1,86
Kalkerde	14,20	15,24	0,14	—	0,35	0,34
Bittererde	0,96	4,35	4,99	—	0,13	0,49
Kali	2,89	1,41	1,50	1,51	4,32	2,32
Natron	1,45	1,65	4,14	4,20	1,50	1,88
Kohlensäure	10,95	16,35	—	—	—	—
Wasser	6,05	6,11	15,64	30,06	6,21	2,36
	99,75	100,63	98,32	99,88	98,72	99,60

Diese Gesteine lassen sich unter die an Karbonaten ärmeren Mergelgesteine einreihen, wie solche auch in der Flyschregion vorzukommen pflegen, obwohl die letzteren durchschnittlich entweder kalkreicher sind oder aber entschieden Sandsteinbildungen entsprechen.

Eine schon dem äusseren Aussehen nach tuffige Gesteinsprobe von gleicher Lokalität bildet nach Abich Zwischenlagen in ähnlichem Mergelschiefer. Bei Behandeln mit Salzsäure braust die Masse ziemlich lebhaft

und es zersetzt sich neben einem an Eisenoxydul reichen Kalkkarbonat noch eine Zeolith-ähnliche Beimengung. Im Rückstand verbleibt eine körnige Masse mit zahlreichen Quarzkörnchen, vielen Splittern von Feldspath und mit deutlich dichroitischen braunen Fragmenten, welche zum Augit zu gehören scheinen und Magneteisentheilchen umschliessen. Es ist diess ein offenbar aus vulkanischem Tuff oder durch niedergefallene vulkanische Asche entstandenes Sedimentgebilde.

Noch bestimmter erweist sich die Einlagerung von Zwischenlagen vulkanischen Ursprungs an einer weissen, leicht zerreiblichen mehlartigen Masse, welche Abich [26]) als Tuff vom Abhange des Schlammvulkans Toragai beschreibt. Die mir gütigst überschickte Probe verhält sich unter dem Mikroskop ganz genau so, wie vulkanische Asche und gleicht in auffallender Weise dem von mir untersuchten vulkanischen Flugstaub [27]), welcher von Island her über ein Theil der skandinavischen Halbinsel sich verbreitete. Zerriebenem Bimsstein ähnlich bilden glasartighelle Splitter und fadenförmige Bruchstücke, welche selten dunkle Punkte, häufig dagegen Luftbläschen enthalten und jene eigenthümliche Streifchen erkennen lassen, wie sie bei allen geflossenen Laven vorkommen, fast ausschliesslich die staubartig feinen Theilchen dieser Gesteinssubstanz. In der mir vorliegenden Probe konnte ich weder Glimmerblättchen, noch Hornblende oder Augit beobachten. I. p. L. erweisen sich alle Theile als glasartig-amorph, sehr vereinzelt erscheinen hier und da kleinste doppelt brechende Pünktchen ohne deutliche Umrisse, welche gegen die Hauptmasse verschwindend gering erscheinen. Nach diesem Verhalten entspricht die Masse einer vulkanischen Asche.

---

26) A. A. O. S. 87 u. fdd.
27) Ausland 1875 Nr. 24 S. 466.

A b i c h theilt das Resultat seiner Analyse dieser Masse mit, welche folgende Zusammensetzung nachweist:

Kieselerde	65,21
Thonerde	15,95
Eisenoxyd	2,29
Kalkerde	1,53
Bittererde	2,17
Kali	1,70
Natron	4,55
Chlor	0,25
Wasser	5,87
	99,52

A b i c h vergleicht diesen Tuff (vulkanische Asche) mit dem von Karbonaten und in Wasser löslichen Salzen getrennten Antheil des Schlamms von Kumani und als nach gleichen Verhältnissen zusammengesetzt. Demgemäss nimmt er darin eine Vermengung

von 18,65 % Palagonit-Substanz

und 81,35 „ Trachytporphyr-Substanz an.

Das Verhalten unter dem Mikroskop lässt jedoch eine Mengung verschiedener Substanzen darin nicht wahrnehmen. Am nächsten kommt nach Zusammensetzung und Beschaffenheit diesem Tuff von Torofai das schlackige Auswurfsmaterial von Santorin. Diese Masse von Torogai dürfte daher wohl gemäss ihrer Einlagerung zwischen tertiärem Schichtgestein als ein A b s a t z v u l k a n i s c h e r A s c h e anzusehen zu sein, welche zwar das Bestehen vulkanischer Thätigkeit in der Nachbarschaft während der Bildung des tertiären Schichtgesteins beweist, aber ausser aller Beziehung zu der Erscheinung der Schlammvulkane selbst steht.

Leider ist mir zur Zeit kein Material der zahlreichen, aus anderen Gegenden bekannten Schlammvulkane zur Verfügung gestellt. Soweit aber die Schilderungen erkennen lassen, herrschen bei den meisten ganz ähnliche

Verhältnisse, wie wir solche bei den Schlammvulkanen Italiens und der caspischen Region so eben kennen gelernt haben.

Bekannt sind die zahlreichen Schlammvulkane der Halbinsel Taman zwischen schwarzem und asow'schem Meere und bei Kertsch der Krim. Aus zahlreichen kleinen Kegeln erfolgen hier häufig Schlamm- und Gas-Eruptionen. Der ausgeworfene Schlamm [28]) wird als eine blaugraue thonige Masse untermengt mit Fragmenten von schiefrigem Thon, feinkörnigem Sandstein und Naphta geschildert, während die ausströmenden Gase wesentlich aus Kohlenwasserstoff bestehen soll. Wir dürfen darin unbedenklich die gleiche Beschaffenheit voraussetzen, wie in dem Schlamm des caspischen Meeres.

In tieferem Binnenlande kommt, soviel bekannt, eine Art Schlammvulkan mit periodenweise eintretenden Schlammauswürfen und Gasexhalationen in Siebenbürgen [29]) im sog. Höllenmorast (Pokolsár) in Kovasna, N. von Kronstadt vor. Auch hier tritt salzhaltiges Wasser mit auf und es scheinen selbst bituminöse Beimengungen nicht ganz zu fehlen. Dass es sich hier um vulkanische Eruptionen nicht handeln kann, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Um gleich hier die europäischen Vorkommnisse noch weiter anzuführen, sei erwähnt, dass auch auf Island, dem Land der Eruptionen, Schlammvulkane auftreten. Der

---

28) Abriuzkji, Nov. Ann. de Voyage II. 129 u. Erdmann's Arch. XIV. 68: Engelhardt u. Parrot, Reise in die Krym. I. T. 71; Verneuil in Mém. d. l. soc. geolog. III. p. 4 u. Huot, Voyage d. l Russie merid. II 569; Abich, Geol. d. Halbinsel Kertsch u. Taman in Mem. d. l'Ac. d. St. Petersbourg 1860.

29) v. Hauer und Stache. Geol. von Siebenbürgen S. 287 und v. Hauer Geologie 4. Aufl. S. 89.

Schilderung W. Watt's [30]) ist zu entnehmen, dass in der Nähe des Krafla (Krabla) und des Myvatn (Mückensee) der Namafjöl einen Zug von Solfataren beherbergt, und dass hier das Tuffgestein zu Thon zersetzt, und mit mehlartigem Schwefel vermengt ist. Heisses Wasser und zischende Dampfstrahlen dringen auf Spalten reichlich hervor. Auf der Gegenseite dieses Höhenzugs nun finden sich Schlammvulkane in Form von kesselförmigen Vertiefungen, die mit blaugrauem, oft sehr zähem Thon erfüllt sind. Durch Gase wird derselbe in kochende Bewegung versetzt und stossweise hoch in die Luft geschleudert. Aehnliche, jetzt nicht mehr thätige Kessel, welche theilweise zerstört sind, zeigen von der grossen Verbreitung dieser Eruptionserscheinungen auf Island. Es scheint diess ein Beispiel zu sein, dass auch aufgelockertes und theilweise zersetztes, durch Vermengung mit Wasser zu einem thonigen Schlamm umgewandeltes vulkanisches Material, wie in den bisher beschriebenen Fällen, mergeliges Schichtgestein, die Masse zu liefern vermag, aus welchem der Eruptivschlamm gewisser Schlammvulkane bestehen kann. Möglicher Weise sind aber auch hier tertiäre Ablagerungen betheiligt, welche, wie bekannt, auch auf Island nicht fehlen. Es lässt sich nur aus der näheren Untersuchung der Schlammmasse selbst, die mir leider nicht zur Verfügung stehen, mit Sicherheit ermitteln, welcher Fall hier vorliegt.

Sehen wir uns nun weiter nach Schlammvulkanen in anderen Landstrichen um, so ist zunächst Hinterindien zu erwähnen, welches auf der Insel Cheduba [31]) an dem Küstenstrich Arrakan an der Ostseite der Bai von Bengalen dieselben Erscheinungen aufzuweisen hat, wie die caspischen Länder und Italien. Kleine bis Meter hohe Kegelerheb-

---

30) W. Watts, Across the Valma- Jokull, or Scenes in Iceland. 1877.

31) Halsted, in The Edinb. new philos. Jorn. 1852 V. LII. p. 349.

ungen sind hier häufig zu finden, welche besonders heftig bei Regenwetter Schlamm, heisses Wasser und Gase ausstossen. Die letzteren können entzündet werden und scheinen demgemäss hauptsächlich aus Kohlenwasserstoff zu bestehen, was um so wahrscheinlicher ist, als in der Nähe wirkliche Naphtaquellen bekannt sind. Auch in diesem Falle ist eine direkte Betheiligung vulkanischer Erscheinungen nicht nachweisbar. Weiter erwähnt Férussac [32]) in Birma bei Dembo 12 kleine Schlammvulkane von 6—7 m Höhe und Vertiefungen von 2—3 m im Umfang, aus denen blaugrauer Thonschlamm unter Ausströmen von dunkel gefärbten Gasen ausgeworfen wird. Salzquellen und Naphta stehen damit in Verbindung.

Hieran schliessen sich die von Juhnhuhn [33]) ausführlich beschriebenen Schlammvulkane Java's, welche z. Th. als blosse Schlammtümpel und Gasquellen anzusehen sind, wie der kesselförmige Sumpf Danu, Tji-Ujah, und die Schlammquellen auf Pulu-Semao, Pulu-Kambing und Pulu-Roti. Berühmt sind die ächten Schlammvulkane von Kuwu und Mendang-Rawasan, welche ausserhalb des vulkanischen Gebiets in Ebenen auf Alluvialboden zwischen aus tertiärem Mergel- und Kalk-Gestein bestehenden niederen Hügeln und in der Nähe des sich von selbst entzündenden ewigen Feuers Merapi liegen. Ausser dem bleigrauen Thonschlamm und den Gasexhalationen, die oft ein blasenähnliches Aufblähen des Schlamms und endlich ein unter dumpfem Knall erfolgendes Platzen der Blase bewirken, strömt hier auch Erdöl hervor. Bemerkenswerth ist besonders, dass das mit ausfliessende Wasser reich genug an Kochsalz und auch an Jod-Bromsalzen ist, um zur Darstellung von Kochsalz benützt zu werden. Nach der Untersuchung Ehrenbergs [34])

32) Bulletin del. soc, geol. de France T. VIII p. 6.

33) Juhnhuhn, Java II, S. 5; 145; 272, 790; 795, 854 XI.

34) Monatsbericht d. Acad. d. Wiss. in Berlin 2855 S. 570.

enthält der Kuwuschlamm *Foraminiferen* und andere kleinste organische Ueberreste und ähnelt auch in dieser Beziehung den italienischen Vorkommnissen. Alle diese Verhältnisse deuten auch bei diesen Schlammmassen auf eine ähnliche Beschaffenheit hin, wie wir sie bisher kennen gelernt haben. Andere Schlammvulkane Javas, wie jene bei Pulungan und Kalanganjar liegen nahe am Meere auf dem allmählig aus diesem emporgehobenen alluvialen Küstenstriche und bilden bis gegen 10 m hohe kegelförmige, aus der verhärteten thonigen Schlammmasse entstandene Hügel mit Gasausströmungen und Schlammeruptionen, wie bei den vorigen. Juhnhuhn scheint nicht geneigt, diese Erscheinungen in direkt ursächlichen Zusammenhang mit der vulkanischen Thätigkeit zu bringen, welche auf Java in so reichem Maasse entwickelt ist.

Auch Amerika hat seine Schlammvulkane. Die berühmtesten sind die schon von Al. v. Humboldt[35]) trefflich beschriebenen sog. Volcanitos von Turbaco in Neu-Granada. Neuerdings hat Herm. Karsten[36]) diese und die Schlammvulkane von Zamba untersucht und beschrieben. Nach ihm liegen diese nur wenig über die Oberfläche aufragende, von einem Ringe verhärteten Thones gebildete „Volcanitos" im Gebiete tertiärer und jüngster Ablagerungen und sind eigentlich nur Gasquellen, in welchen das umgebende thonige Gestein durch die Einwirkung des Wassers in einen Brei verwandelt wird. Dieser Thonschlamm fliesst über und bildet, indem er austrocknet, die kleinen Erhöhungen. Das ausströmende Gas besteht aus atmosphärischer Luft, Kohlenwasserstoff mit Spuren von Kohlensäure, das Wasser enthält ohne höhere Temperatur zu zeigen, Salz in Lösung. Vauvert de Méan[37]), welcher später

35) Reise in die Aquinoctial-Gegenden Bd. VI. b. S. 105.
36) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1852. IV. S. 581.
37) Compt. rendu, XXXVIII. p. 765.

diese Salze untersucht hat, fand solche zusammengesetzt aus Seesalz, kohlensaurem Natron und Kalkerde, schwefelsaurem Natron, Ammoniak-, Bor- und Jod-haltigen Salzen vermengt mit einer organischen Materie. Grossartige Senkungen scheinen mit dem Vorkommen dieser Volcanitos in Verbindung zu stehen. Gleichwohl ist Karsten geneigt, diese Erscheinungen nicht als vulkanische aufzufassen, indem er auf die reichen Asphaltablagerungen und die Steinsalzlagen der Nachbargebirge hinweist.

Auch dem Schlamm von Turbaco fand Ehrenberg [38]) *Foraminiferen* und andere kleinste organische Theile beigemengt.

Auf den angeschlossenen Antillen kehren ähnliche Bildungen wieder. Besonders ist es die dem Festlande zunächst liegende Insel Trinidad, auf welcher Schlammvulkane in Verbindung mit dem Vorkommen von Asphalt (Par-lake) und Benzolausflüssen bekannt sind. Die kaum mehr als ein Meter hohen Hügel liegen auf der SW.-Spitze der Insel und beherbergen gegen 45 m im Durchmesser weite Eintiefungen, welche von einem in kochender Bewegung befindlichen und blasenwerfenden Schlamm erfüllt sind.

Aus vielen anderen Gegenden der Erde werden ähnliche oder nahe verwandte Erscheinungen erwähnt, welche im grossen Ganzen nichts wesentlich Abweichendes bieten. Es genügt daher auf die vorausgehenden wenigen Beispiele hingewiesen zu haben.

Ich benützte diese Veranlassung hier einige allgemeine Bemerkungen einzuschalten.

Bei der Untersuchung dieser mergeligen und thonigen Gesteinsmassen und bei dem Nachforschen nach anderweitigen Beobachtungen und chemischen Analysen, welche

---

38) Monatsb. d. k. Acad. d. Wiss. in Berlin 1855 S. 570 ff.

zum Vergleiche benützt werden könnten, hat sich mir nämlich auf der einen Seite die Ueberzeugung aufgedrängt, dass diese Sedimentärgebilde keineswegs so ganz regellos zusammengesetzt sind, als es auf den ersten Blick scheinen könnte, dass vielmehr nach dem Alter derselben sich eine gewisse eigenthümliche Zusammensetzung herauszustellen scheint. Auf der anderen Seite ergab sich aber, dass die Resultate der bisher geführten Untersuchungen zu wechselseitigen Vergleichen weitaus der Mehrzahl nach als völlig unbrauchbar sich erweisen, weil fast jeder Beobachter sich verschiedener Methoden oder Manipulationen bedient hat, um zu den für ihn scheinbar genügenden Resultaten zu gelangen. Da aber derartige meist mühevolle Untersuchungen erst dann einen mehr als bloss subjektiven oder lokalen Werth erlangen, wenn sie mit anderen nach einheitlicher Methode ausgeführten Proben verglichen werden können, so leuchtet es von selbst ein, wie wünschenswerth eine Verständigung in Bezug auf den Modus dieser Art Gesteinsuntersuchung sei.

Da ich mich unterstützt von Ass. Ad. Schwager schon sehr lange mit derartigen Arbeiten beschäftige und erkannt zu haben glaube, worauf es hierbei besonders ankomme, so erlaube ich mir hier mit einem Vorschlage für eine allgemein anzuwendende Methode der Untersuchung thoniger Gesteine hervorzutreten, die ich Besserem gegenüber gerne bereit bin, umzuändern. Da es sich für genetisch-geologische Studien nicht darum handeln kann, die Zusammensetzung einer Gesteinsmasse im Ganzen wie solche etwa eine Bauschanalyse liefert, und wie es für gewisse technische Zwecke auch höchst wichtig sein mag, kennen zu lernen, so werden Bauschanalysen nur als Controlle benützt werden können. Zu unseren Zwecken führen nur Theilanalysen und zwar nur solche, bei welchen chemische und optisch mikroskopische gleich-

heitlich mit einander Hand in Hand gehend durchgeführt werden.

Es lässt sich etwa folgender stufenmässiger Gang einhalten.

I. Untersuchung.

Die kochhitztrockne d. h. bei 100 — 105° C. längere Zeit aufbewahrte Substanz wird zuerst chemisch darauf geprüft, ob dieselbe in Wasser lösliche Salze enthält und welche Zusammensetzung diese Salze haben. In vielen Fällen, namentlich bei älteren Gesteinsarten kann man von dieser Probe Umgang nehmen.

Optisch erstreckt sich die erste Untersuchung auf den Nachweis organischer Beimengen, namentlich der meist mikroskopischen *Foraminiferen*, *Radiolarien*, *Diatomeen* und *Coccolithen.* Zugleich wird auch die Anwesenheit kleiner Mineraltheile wie Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit, Kalkspath, Gyps, Magneteisen, Schwefelkies, Glauconit etc. etc. mit Anwendung der zur Unterscheidung dieser Mineralien dienlichen Hilfsmittel festzustellen gesucht.

Bei dieser ersten Probe stellen sich nun bereits sehr wesentlich verschiedene Eigenschaften der thonigen Gesteine ein. Die einen zergehen in Wasser leicht zu einem Thonschlamm, die andern zerfallen im Wasser nur in kleine, nicht weiter sich lockernde Stückchen, die sich aber mit geringer Kraft zerdrücken und in einen Thonbrei verwandeln lassen. Die meisten älteren Thongesteine dagegen, der Schieferthon, Mergelschiefer, Steinmergel und Thonschiefer leisten der Einwirkung des Wassers Widerstand und müssen gewaltsam zerkleinert werden.

Nur bei der ersten Art, der in Wasser aufschlämmbaren Thone oder Mergel ist es zweckdienlich, etwa beigemengte gröbere etwa über 1 mm im Dm. grosse Fragmenten abzusondern und bei bemerkten Besonderheiten

dieselben für sich weiter zu untersuchen. Behufs Gewinnung und Bestimmung der eingeschlossenen organischen Ueberreste wird man sich besonderer Proben bedienen, aus denen man durch Abschlämmen die kleinen Versteinerungen gewinnt. Es ist nicht ohne Interesse, die bei diesem Schlämmprocess zurückbleibenden Mineraltheilchen gleichfalls einer mikroskopischen Prüfung zu unterziehen.

Bei manchen, durch Wasser nur theilweise erweichbaren Gesteinsarten gelingt es, durch sehr vorsichtiges Zerdrücken eine ähnliche schlämmbare Masse zu erhalten und auf organische Einschlüsse zu untersuchen. Viele solcher Proben kann man dadurch zum Zerfallen bringen, dass man sie in oftmaliger Wiederholung mit einer gesättigten Glaubersalzlösung kocht und alsdann austrocknen lässt, wobei das krystallisirende Salz die Thon- oder Mergel-Theilchen zersprengt. Auf diese Weise gelingt es oft, organische Einschlüsse zu isoliren, die man sonst nur durch Dünnschliffe entdecken kann.

Die härteren Gesteinsproben muss man ohne eine solche Scheidung in Arbeit nehmen. Schwierigkeiten ergeben sich bei dieser ersten Abtheilung der Untersuchung dadurch, dass die aufgeschlämmte thonige Masse fast immer, wenigstens beim Nachwaschen trüb durchs Filter geht. Man muss das etwas trübe Filtrat dann eindampfen, wobei der Thon eine zusammenhaltende Kruste bildet, und diese dann sorgfältig wieder mit Wasser übergiessen und auslaugen. Auch ist daran zu erinnern, dass man bei diesem ersten einfachen Auslaugen mit Wasser nur eine geringe Menge des etwa vorhandenen Gypses erhält. Legt man Gewicht darauf, diese Menge genau zu bestimmen, so wird man in einer gesonderten Probe eine Zersetzung desselben durch Kochen mit kohlensauren Alkalien zu bewirken suchen.

II. Untersuchung.

Die meisten Thonarten, sowie alle Mergelarten enthalten Karbonate von Kalkerde, Magnesia, Eisenoxydul und Manganoxydul; um sie zu entfernen ist eine zweite chemische Arbeit erforderlich. Zu diesem Zwecke unterwirft man beiläufig 10 g dauernd bei 100° C getrockneter Substanz der Einwirkung einer sehr verdünnten Salzsäure von 1,05 sp. Gew. ohne Anwendung erhöhter Temperatur (15—20° C) längere Zeit hindurch (2—3 mal 24 Stunden) unter fleissigem Umrühren. Zur Controlle ist eine Kohlensäurebestimmung wünschenswerth. Die in Lösung[39]) erhaltenen Stoffe werden bestimmt. Sie gehören jedoch nicht ausschliesslich Karbonaten an. Es hat sich nämlich fast durchweg ergeben, dass, wenn auch nur geringe Mengen von Thonerde in Lösung gegangen sind, die einem sich selbst in sehr verdünnter Säure zersetzbaren Silikat entsprechen.

Ich glaube gefunden zu haben, dass es eine chloritische Beimengung — ein Thonerde- Eisenoxydul-Bittererdesilikat — ist, welches diese Erscheinung hervorruft, weil man bei der mikroskopischen Untersuchung vor der Einwirkung der verdünnten Säure oft grünliche Blättchen — nicht die meist derben Klümpchen des Glauconits — wahrnimmt, welche nach der Einwirkung der Säure verschwunden sind. Bei der ganz geringen Menge dieser Beimengung lege ich kein grosses Gewicht auf einen näheren Nachweis dieser Substanz. Will man dieselbe näher bestimmen, so wird man das Filtrat erst zum Trocknen eindampfen müssen, um die lösliche Kieselsäure unlöslich zu machen und ebenso den Restantheil trocknen, um auch ihm den Kieselsäureantheil nach bekannter Methode zu entziehen.

---

39) Auch hierbei erhält man beim Aussüssen oft ein trübes Filtrat, daher es räthlich ist, die zuerst erhaltenen Theile vorher wegzunehmen.

Auch Eisenoxydhydrat und phosphorsaure Kalkerde werden theilweise zerlegt. Diesen Verhältnissen ist gleichfalls Rechnung zu tragen.

Der Rückstand nach der Behandlung mit sehr verdünnter Säure muss auch optisch mikroskopisch untersucht werden, theils um die oft jetzt erst klarer hervortretenden Beimengungen von Feldspath, Quarz, Glimmer zu bestimmen, die durch die weisse Kalkschale oft verhüllten Glauconitkörnchen darin nachzuweisen und namentlich um die aus Kieselsäure bestehenden, oft äusserst feinen *Diatomeen* und *Radiolarien* aufzufinden. Zu letzterem Zwecke benützt man Material, welches nur gröblich gepulvert wurde und bei grösserem Gehalt an Kalk nach der Einwirkung der Säure nunmehr durch gelindes Drücken zertheilt werden kann.

III. Untersuchung.

Der unzersetzte, wieder bei 100° C getrocknete Rest wird hierauf mit etwa der dreifachen Gewichtsmenge starker Salzsäure von 1,11 spec. Gew. unter steter Erneuerung der verdampften Säure 3 Stunden lang in der Kochhitze behandelt; [40]) Filtratflüssigkeit und Rückstand werden zum Trocknen gebracht, um die zersetzte Kieselerde [41]) zu gewinnen und im Uebrigen nach bekannten Methoden verfahren. Behufs Bestimmung des Eisenoxyduls wird man eine Probe demselben Processe in einer Atmosphäre von Kohlensäure unterwerfen und ohne das Filtrat abzudampfen

---

40) Die chemischen Manipulationen werden hier nur angedeutet. das sonst erforderliche Verfahren ist ohnehin bekannt und geläufig.

41) Bei der Behandlung mit Alkalien, um die löslich gewordene Kieselsäure wegzunehmen, färbt sich die alkalische Flüssigkeit oft intensiv kaffeebraun von zersetzten bituminösen Theilen. Die Tiefe der Farbe gestattet einen Rückschluss auf die beiläufige Menge dieser Beimengung.

die Menge des Oxyduls bestimmt. Es folgt eine direkte Bestimmung des Wassers. Auch ist eine Bauschanalyse der Gesammtmasse als Kontrolle zu empfehlen.

Durch die Einwirkung der starken Salzsäure wird zersetzt: der Glauconit, der grössere Resttheil der chloritischen Beimengung, Magneteisen, Brauneisenerz und ein Theil von Rotheisenerz, dann zeolithische Bestandtheile, welche nach der oft wahrgenommenen gallert-ähnlichen Beschaffenheit des Rückstandes und nach der Menge von Natron zu vermuthen sind. Ausserdem werden auch feinste Theilchen von Plagioklas (Anorthit ist wohl nicht vorauszusetzen) etwas angegriffen. Um über diesen umfangsreichen Complex von möglicher Weise vorhandenen und durch starke Salzsäure zersetzten Gemengtheilen einige Anhaltspunkte zu gewinnen, ist es unabweisbar nothwendig, die Substanz vor und nach der Einwirkung der Säuren aufs sorgfältigste mikroskopisch zu prüfen. Die optischen Eigenschaften der durch die Säure zerlegten Gemengtheile im Zusammenhalte mit den Resultaten der chemischen Analyse geben Anhaltspunkte genug, um wenigstens mit einiger Sicherheit auf die An- oder Abwesenheit dieses oder jenes Minerals zu schliessen. Bei den älteren thonigen Schieferarten dürften chloritische und feldspathige, bei den jüngeren glauconitische und zeolithische Beimengungen die Hauptrolle hierin spielen.

IV. Untersuchung.

Eine weitere Untersuchung des Restes bezieht sich auf den Nachweis eines durch Schwefelsäure zersetzbaren Antheils, wie solcher bei fast allen thonigen Gesteinen vorkommt und gewöhnlich als eine der Porzellanerde ähnliche Thonart angesprochen wird. Die häufige Anwesenheit ansehnlicher Mengen von Alkalien und der geringe Wassergehalt weisen aber vielfach auch auf andere

Substanzen namentlich auf Pinitoid und auf ein Pyrophyllitartiges Mineral oder auf Glimmer hin.

Zu diesem Zwecke behandelt man den weiteren Rest aus Untersuchung III mit concentrirter Schwefelsäure von 1,84 spec. G. etwa 6 Stunden lang in Kochhitze und bestimmt den Wassergehalt der Substanz analog, wie bei III. Auch in diesem Falle wird ein Vergleich der Probe vor und nach der Einwirkung der Schwefelsäure mittelst optisch-mikroskopischer Prüfung weitere Schlüsse über die durch die chemische Analyse erlangten Resultate zu ziehen gestatten.

V. Untersuchung.

Der nach der Anwendung von Schwefelsäure unzersetzt bleibende Rest besteht grösstentheils aus Quarzkörnchen und Splitterchen einiger weniger anderer Mineralien, die von Schwefelsäure, wenn auch angegriffen, doch nicht ganz zerlegt werden. Daher liegt bei dieser letzten Prüfung das Hauptgewicht auf der optisch-mikroskopischen Untersuchung der übrig gebliebenen Theile. Neben dem Quarze, welcher sich i. p. L. durch seine intensive, bunte Aggregatfarbe bemerkbar macht, verdient die Anwesenheit von Feldspaththeilchen besonders sorgfältiger Prüfung nach Methoden, die hier nicht näher zu erörtern sind und als bekannt vorausgesetzt werden. Dasselbe gilt von Augit, Hornblende, Granat etc. etc. Meist zeigen sich in diesem Reste unregelmässige, trübe, unreine, oft undurchsichtige Klümpchen in grosser Menge, welche wahrscheinlich durch organische Stoffe gefärbter Quarzsubstanz angehören. Auch schwarze kohlige Theilchen finden sich oft noch diesem Reste beigemengt. Will man die Natur dieser kohligen Beimengungen näher prüfen, so empfiehlt es sich, eine besondere Probe, nachdem die Karbonate auf bekannte Weise entfernt sind, mit verdünnter Fluorwasserstoffsäure

bei mässiger Wärme zu behandeln, die durch leicht abschwemmbaren erdigen Theilchen durch vorsichtiges Schlämmen wegzuwaschen und die kohligen Rückstände mit chlorsaurem Kali und rauchender Salpetersäure vermengt eine Zeit lang stehen zu lassen. In vielen Fällen erhält man durch eine solche Behandlung durchsichtige Fragmente, die sich unter dem Mikroscop weiter untersuchen lassen, um zu erkennen, ob man es mit Resten von Landpflanzen oder etwa mit Meeresalgen etc. etc. zu thun hat.

Um namentlich einen Gehalt an Feldspath näher nachzuweisen, ist es zweckmässig, diesen letzten Rest einer Bauschanalyse zu unterwerfen.

Nach dieser zwischengeschobenen Erörterung kehren wir zu der weiteren Behandlung des vorliegenden Stoffes zurück.

Ueberblickt man nun den ganzen Kreis der in den sog. Schlammvulkanen hervortretenden Verhältnisse, so scheint, wenige Fälle ausgenommen, daraus hervorzugehen:

1) dass die ausgestossene Schlammmasse nichts anderes darstellt, als erweichtes, aus der unmittelbaren Umgebung stammendes oder aus nicht beträchtlicher Tiefe emporgeschobenes thoniges oder thonig-sandiges Schichtgestein, welches oft noch organische Ueberreste enthält, während eigentliche vulkanische Produkte — Asche, Lapilli, Lava, Bimsstein — an der Zusammensetzung nicht betheiligt sind. Denn es sind gewiss nur Ausnahmsfälle, wenn in Mitte vulkanischer Bildungen letztere, wie das Schichtgestein wohl auch oberflächlich von Gas und Wasser erweicht, das Eruptionsmaterial liefern. Thatsächlich jedoch ist dieser Fall bis jetzt an keinem Schlammvulkan noch sicher nachgewiesen.

2) Mit den Schlammvulkanen steht, abgesehen von reichlichem Wassererguss, in nothwendigem genetischem

Zusammenhange das Ausströmen von gepressten Gasarten, unter welchen Kohlenwasserstoff die erste Rolle spielt. Die hohe Spannung dieser ausströmenden Gase und die lange Andauer dieser, wenn auch oft nur periodisch zur Wirksamkeit gelangenden Erscheinungen lässt sich nicht von einer in der grösseren Tiefe bereits vorräthig [42]) vorhandenen und nicht andauernd sich erneuernden Gasmenge herleiten, weil bei dieser Annahme in verhältnissmässig kurzer Zeit der Vorrath erschöpft sein müsste. Die anhaltende und fortdauernde Neubildung besonders des hauptsächlichsten dieser Eruptionsgase, des Kohlenwasserstoffs setzt mit Nothwendigkeit das Vorhandensein von organischer Beimengung in den tiefer lagernden Schichtgesteinen voraus, welches auch durch das regelrecht mit den Schlammvulkanen verknüpfte Auftreten von Petroleum, Naphta, Asphalt oder bituminösen Stoffen bestätigt wird Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei diesem Zersetzungsprocesse auch Phosphorwasserstoffgas gebildet wird. Dadurch würde das vielfach festgestellte Entzünden der ausströmenden Gase aus freien Stücken eine befriedigende Erklärung finden. Mit dem reichlicheren Auftreten von Kohlensäure scheint dagegen eine gewisse Annäherung an vulkanische Vorgänge in der Tiefe sich zu verbinden.

3) Die Beimengung von in Wasser löslichen Salzen, namentlich von Chlornatrium in der Schlammmasse erklärt sich theils aus dem Umstande, dass manche Schlammvulkane in der Nähe des Meeres, oder auf einem von Meerwasser durchtränkten Boden liegen, und daher mit dem zudringenden Meerwasser auch dessen Salze mit aufnehmen — darauf

42) Dergleichen Stoffe sind zweifelsohne bereits vorgebildet und von der Gesteinsmasse eingeschlossen, in Vorrath vorhanden und können sich auch an der Zusammensetzung des Eruptionsmaterials betheiligen. Sie sind es aber nicht, welche die während langen Zeiten andauernde Zugänge an solchem Material, namentlich die Gase, liefern können.

weist namentlich ein Jod- und Brom-Gehalt der Salze hin — theils ist anzunehmen, dass in den vom Eruptionskanal berührten Schichten solche Salze z. B. Gyps, Steinsalz reichlich als Zwischenlagen vorhanden sind, aus denen das durchströmende Wasser den Salzgehalt schöpft. Endlich wird bei geringem Gehalt an solchen Salzen diese Beimengung durch den Umstand erklärlich werden, dass das ausquellende Wasser, welches ja fast ausnahmslos geringe Mengen von Salzen auf seinem Durchzug durch Schichtgesteine aufgenommen hat, indem es mit dem Thon vermengt und mit Schlamm ausgeworfen bei Austrocknen des letzteren verdunstet, seinen Salzgehalt im Thon zurücklässt. Indem dieses Durchtränken mit Wasser und Wiederaustrocknen sich öfters wiederholt, reichert sich schliesslich der ausgetrocknete Schlamm mit gewissen Mengen der Salze an, wie wir solche im Schlamm finden, ohne dass eigentliche Salzlagerstätten in der Tiefe vorhanden sind.

4) In Bezug auf Temperatur der Schlammergüsse herrscht keine durchgreifende Regel. Wohl wurde wahrgenommen, dass grösstentheils die Schlammquellen keine wesentliche höhere Temperatur besitzen, als die der umgebenden Luft oder die mittlere Jahrestemperatur des Ausflusspunktes Doch sind auch hier und da höhere Temperaturen beobachtet worden. Sie dürften mit den reicheren Kohlensäure-Exhalationen im Zusammenhange stehen, welche auch bei zahlreichen Mineralquellen sich gleichzeitig einstellen.

5) Aus der Art der Verbreitung der Schlammvulkane in den verschiedenen Ländern lässt sich eine gewisse Beziehung zu vulkanischen Gegenden und vulkanischen Eruptionen nicht verkennen. Doch finden sich Schlammvulkane auch ausserhalb der noch jetzt von vulkanischen Vorgängen betroffenen Länderstrecken. Aber in diesem Falle kommen sie entweder in Gebieten vor, die von Hebungen

und Senkungen häufig beunruhigt sind, oder sie beschränken sich doch auf Züge grosser geotektonischer Spalten und Verrückungslinien, welche die Erdrinde durchziehen und Zugänge bis in grosse Tiefe eröffnen.

Aus alledem scheint hervorzugehen, dass der eigentliche Herd der mit den weitaus meisten Schlammvulkanen verknüpften Erscheinungen nicht mit dem der vulkanischen Thätigkeit der Tiefe direct identisch gehalten werden darf, dass diese Erscheinungen vielmehr auf dem Vorhandensein gewisser Schichtgesteinen und auf deren Gehalt an bituminöse Stoffe liefernden Beimengungen beruhen. Nur in vereinzelten Fällen mögen es mit vulkanischen Vorgängen in Verbindung stehende Gase sein, welche den gewöhnlichen Schlammvulkanen ähnliche Erscheinungen bewirken, oder sich den Kohlenwasserstoffgasen der eigentlichen Schlammvulkane beigesellen, wie ja auch umgekehrt Kohlenwasserstoffgase bei vulkanischen Exhalationen öfters sich zeigen. Dazu muss ferner der Umstand hinzutreten, weil die Entwicklung der Gase und der bituminösen Stoffe continuirlich oder doch während langandauernder Zeitperioden stattfindet, dass diese bestimmten Schichtgesteine in tiefere Lagen der Erdrinde versetzt werden, wo einerseits die zur Entwicklung der Gase und bituminösen Stoffe aus den organischen Beimengungen nothwendige Bedingungen — besonders Wärme u. s. w. — gegeben sind und andererseits die Erdrinde tief genug von Spalten durchzogen ist, um den auf diese Weise gebildeten und unter einer gewissen Spannung stehenden flüchtigen Stoffen das Empordringen zu Tag zu gestatten.

Solche günstige Verhältnisse werden sich ganz besonders häufig da einstellen, so durch vulkanische Ereignisse die jüngeren Sedimentgebilde vielfach aus ihrer höheren Lage verrückt, gesenkt und zugleich von tief gehenden Spalten durchzogen sind. Aehnliche Verhältnisse können überall

da wiederkehren, wo starke dislocirende Bewegungen der Erdrinde in den von tertiären oder jüngeren Ablagerungen eingenommenen Gegenden stattfinden oder jüngst stattgefunden haben. Wir begreifen auf diese Weise, in welchem entfernteren Zusammenhange die Erscheinungen der Schlammvulkane mit wirklich vulkanischen Thätigkeiten stehen oder in wiefern dieselben in den von Erdbeben und Niveauschwankungen oft heimgesuchten Gebieten aufzutreten pflegen. In anderen Fällen mag die vulkanische Thätigkeit die Entstehungsbedingungen der Eruptionsgase und der bituminösen Stoffe gleichsam mit sich näher an die Oberfläche gerückt und in die höheren Lagen der Schichtgesteine emporgezogen haben, indem hier ein höherer Grad von Wärme und mit demselben die Bedingung der Umbildung organischer Stoffe sich einstellte. Eine derartige Beziehung zwischen Schlammvulkanen und dem Vulkanismus dürfte namentlich auf Sicilien anzunehmen sein.

Trotzdem ist aber die ganze Erscheinung der sog. Schlammvulkane von dem wahren Vulkanismus so von Grund aus verschieden, dass es sich empfehlen möchte, um den der Bezeichnung Schlammvulkan stets anklebenden Beigeschmack an ächt vulkanische Thätigkeit zu beseitigen, sich eines andern Ausdrucks, vielleicht am geeignetesten „Schlammsprudel" zu bedienen.

Das häufige Vorkommen dieser Schlammsprudel in fast allen Theilen der Erde weist auf eine geologische Erscheinung hin, welche sich gewiss nicht bloss auf die gegenwärtige Periode der Entwicklungsgeschichte unserer Erde beschränkt. Es ist vielmehr mit grosser Wahrscheinlichkeit schon à priori anzunehmen, dass auch in vorausgehenden Zeitabschnitten analoge Vorgänge stattgefunden haben. Dieser Gedanke ist bereits, wie schon Eingangs erwähnt wurde, mehrfach ausgesprochen und sogar der Versuch gemacht worden, manche eigenthümliche Erscheinungen, welche sich

in der sog. Argila scaglioso des Apennin bemerkbar machen, auf die Thätigkeit solcher Schlammsprudel in der Tertiärzeit zurückzuführen. Am bestimmtesten ist neuerlichst dieser Gedanke von Theod. Fuchs [43]) auf die Entstehung der sog. Flysch- oder Macignoschichten ausgedehnt worden. Wir werden in einem zweiten später folgenden Aufsatze versuchen, auch zur Lösung dieser Frage älterer Schlammsprudel einen Beitrag zu liefern.

43) Ueber die Natur des Flysches in LXXV. Bd. d. Sitzber. d. Ac. d. Wiss. in Wien I. Abth. 1877.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Bericht 1876—77 und 1877—78. 1877—78. 8°.

Von der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

17. Bericht. 1878. 8°.

Von der k. k. Sternwarte in Wien:

Annalen. III. Folge. Bd. 27. Jahrg. 1877. 1878. 8°.

Von der Redaction des Archivs der Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. Theil 63. Leipzig 1878. 8°.

Von der physikalisch-medicinischen Societät in Erlangen:

Sitzungsberichte. Heft 10. Nov. 1877—Aug. 1878. 1878. 8°.

Von der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XV. 1879. 4°.

Von der Oficina meteorológica Argentina in Buenos-Aires:

Anales. Tomo I. 1878. 4°.

Vom Museum of comparative Zoölogy in Cambridge Mass:

Bulletin. Vol. IV. Text und Atlas. Vol. V. n° 2—6. 1878. 8°.

Vom Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

a) Report on the Meteorology of India in 1876. II. Year. By H. F. Blanford. 1878. 4°.
b) Report on the Administration of the Meteorological Department in 1876—77. 1878. fol.

Von der Chemical Society in London:

Journal. Dec. 1878 und Jan. 1879. 1878—79. 8°.

Von der Geological Society in London:

List. November 1878. 1878. 8°.

Von der Medical and chircurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. II. Series. Vol. 43. 1878. 8°.

Von der Società Toscani di scienze naturali in Pisa:

Processi verbali. Adunanza del di 12 gennaio 1879. 1879. 4°.

Von der Royal Society of New South Wales in Sydney:

a) Journal. Vol. XI. 1877. 1878. 8°.
b) Remarks on the sedimentary Formations of New South Wales by W. B. Clarke. 1878. 8°.
c) Report of the Departement of Mines of New South Wales 1877. 1878. 4°.

d) Report of the Commissioner for Railways of New South Wales during 1876. 1877. fol.

Von der Société malacologique de Belgique in Brüssel:

Procès-verbaux des séances. Tom. 7. 1878. 1878. 8°.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 88. 1879. 4°.

Vom Dudley Observatory in Albany, N. Y.:

a) Annual Report of the Director for 1878. 1879. 8°.
b) Remarks on the Dudley Observatory, by Lewis Boss. 1878. 8°.

Vom Harvard College in Cambridge, Mass:

Annual Reports of the President and Treasurer. 1877—78. 1879. 8°.

Vom Harvard College Observatory in Cambridge, Mass:

Annual Report of the Director 1878. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. VI. 1879. 8°.

Von der Ministerial-Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten. Jahrgang 1878. Heft 6—9. Juni—Septbr. Berlin 1878. 1879. 4°.

Von der grossherzoglichen Sternwarte in Mannheim:

a) Astronomische Beobachtungen auf der grossherzogl. Sternwarte in Mannheim. III. Abth. Karlsruhe. 1879. 4°.

b) R. Barry's Fixsternbeobachtungen hsg. von W. Valentiner. 1878. 8°.

Von der medicinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Bd. IX. 1879. 8°.

Vom naturforschenden Verein in Brünn:

Verhandlungen. Bd. XVI. 1877. 1878. 8°.

Vom Verein für Erdkunde in Metz:

I. Jahresbericht pro 1878. 1879. 8°.

Vom Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung in Hamburg:

Verhandlungen 1876. Bd. III. 1878. 8°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

a) Jahrbuch. Jahrg. 1879. Bd. XXIX. 1879. 4°.
b) Verhandlungen. 1879. 4°.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. IX. 1879. 8°.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Jahrg. 1878. Bd. 28. 1879. 8°.

Von der American Chemical Society in New-York.

Journal. Vol. I. 1879. 8°.

Von der Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 31. Sessione III e IV. Roma 1878. 4°.

Von der Società di scienze naturali ed economiche in Palermo:

Giornale. Vol. XIII. Anno 1878. 4°.

Von der Teyler Genootschap in Haarlem:

Archives du Musée Teyler. Vol. IV, 2—4. V. 1. 1878. 4°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique in Livr. 449. 1879. 4°.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Natuurkundige Verhandelingen. 3ᵉ Série. Deel III. 1878. 4°.

Vom Institut royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Nederlandsch meteorologisch Jaarbock. 1877 Deel I. 1873 Deel II. 1878. 4°.

Von der École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 45 Tom. 28. 1878. 4°.

Von der R. Geological Society of Ireland in Dublin:

Journal. Vol. XV. 1878. 8°.

Von der Società Venetò-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino. 1879. Tom. I. 1879. 8°.

Von der Société des sciences de la Basse Alsace in Strassburg:

Bulletin trimestriel. Tom. 13. 1879. 1879. 8°.

Von der Zoological Society in London:

Proceedings. 1878. Part IV. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein der k. k. technischen Hochschule in Wien:

Berichte. III. 1878. 8°.

Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues in den kgl. Preuss. Staaten in Berlin:

Monatsschrift. 21. Jahrgang 1878. 12 Hefte. 1878. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Sachsen und Thüringen in Halle a. d./S.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. III. Folge. 1878. Bd. 3. Berlin 1878. 8°.

Vom naturhistorischen Landesmuseum für Kärnten in Klagenfurt:

a) Jahrbuch. 25—27. Jahrgang. 1876 u. 1877. 1878. 8°.
b) Bericht über das naturhistorische Landesmuseum. 1877. 1878. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. 21. Jahrg. 1876/77. 1878. 8°.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. XII. Jahrg. 1879. No. 1. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftlich-medicinischen Verein in Innsbruck:

Berichte. 8. Jahrg. 1877. 1879. 8°.

Vom Verein für Naturkunde in Fulda:

Meteorologisch-phänologische Beobachtungen aus der Fuldaer Gegend. 1878. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1878. 1879. 8°.

Vom Verein für Erdkunde in Dresden:

15. Jahresbericht. Wissenschaftlicher Theil. 1878. 8°.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 14. Jahrg. 1879. 8°.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:

a) Correspondenz-Blatt. Jahrg. 32. 1878. 8°.
b) Abhandlungen. Heft XI. München. 1878. 8°.

Vom Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali del Museo civico di storia naturale. Vol. IX. X. XI. XII. XIII. 1876—78. 8°.

Von der Société centrale d'horticulture de France in Paris:

Journal. 3e Sér. Tom. I. 1879. 8°.

Von der Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux

Mémoires. 2e Série. Tom. III. Cahier 1. Paris 1878. 8°.

Von der Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. Année 1879. 3e Série. Tom. XIII. 1879. 8°.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

a) Verhandelingen. Deel XVIII. 1879. 4°.
b) Processen-verbaal. Afdeeling natuurkunde. 1877—78. 1878. 8°.

Von der Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padova:

Atti. Vol. VI. 1879. 8°.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Janvier 1879. 1879. 8°.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino 1879. 1879. 8°.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

a) Repertorium für Meteorologie. Bd. VI. Heft 1. 1878. 4°.
b) Annalen des physikalischen Central-Observatoriums. Jahrg. 1877. 1878. 4°.

Von der Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XXI. 1878. 8°.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. 25. 1878. Revue bibliograph. E. 1879. 8°.

Vom Herrn Heinr. Ernst Beyrich in Berlin:

Ueber Hildebrandt's geologische Sammlungen von Mombassa. 1878. 8°.

Vom Herrn C. Bruhns in Leipzig:

a) Die Astronomen auf der Pleissenburg. 1878. 4°.
b) Ueber das meteorologische Bureau im Königreich Sachsen. 1879. 8°.

Vom Herrn Johann Woldrich in Wien:

Ueber Caniden aus dem Diluvium. 1878. 4°.

Vom Herrn L. Rütimeyer in Basel:

Die Rinder der Tertiär-Epoche. Th. II. Zürich 1878. 4°.

Vom Herrn Louis Pierre Matton in Lyon:

Polysecteur et Polysectrices. 1878. 4°.

Vom Herrn M. Ph. Plantamour in Genf:

Le limnographe de Sécheron (près Genève). 1878. 8°.

Vom Herrn P. F. Reinsch in Boston:

Algae aquae dulcis Insulae Kerguelensis. 1878. 4°.

Vom Herrn P. A. Bergsma in Batavia:

Bijdrage tot de Kennis der Weersgesteldheid ter Kuste van Atjeh. 1877. 4°.

Vom Herrn Nicolai v. Kokscharow in Petersburg:

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. VII. S. 177—384 und VIII. S. 1—32. 1878. 8°.

Vom Herrn G. V. Schiaparelli in Mailand:

Osservazioni astronomiche e fisiche sul pianeta Marte. Roma 1878. 4°.

Vom Herrn Adolph Wüllner in Aachen:

Compendium der Physik. 2 Bände. Leipzig. 1879. 8°.

Vom Herrn R. Clausius in Bonn:

Die mechanische Wärmetheorie. 2. Aufl. Bd. II. Braunschweig. 1879. 8°.

Vom Herrn Friedrich Ritter von Stein in Prag:

Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. I. Leipzig. 1878. fol.

Vom Herrn Edw. S. Morse in New-York:

Traces of an early Race in Japan. 1879. 8°.

Vom Herrn I. A. C. Oudemans in Utrecht:

Die Triangulation von Java. II. Abth. Im Haag. 1878. fol.

Vom Herrn George I. Brush in New-Haven:

On the mineral locality in Fairfield County, Connecticut. 1879. 8°.

Vom Herrn Donato Tommasi in Florenz:

Sur la non existence de l'hydrogène naissant. I^e partie. 1879. 8°.

Vom Herrn H. F. Weber in Zürich:

Untersuchungen über das Elementargesetz der Hydrodiffusion. 1879. 8°.

Vom Herrn C. W. Borchardt in Berlin:

Theorie des arithmetisch-geometrischen Mittels aus vier Elementen. 1879. 4°.

Vom Herrn J. Henle in Göttingen:

a) Zur Anatomie der Crystallinse. 1878. 4°.
b) Handbuch der Nervenlehre des Menschen. 2. Aufl. Braunschweig. 1879. 8°.

Vom Herrn P. Spieker in Berlin:

Baubericht über die technischen Anlagen für das k. astrophysikalische Observatorium bei Potsdam. 1879. fol.

Vom Herrn Peter Theophil Riess in Berlin:

Abhandlungen zu der Lehre von der Reibungselectricität. Bd. I. II. 1867—1879. 8°.

Vom Herrn F. Folie in Liége.

a) Éléments d'une théorie des faisceaux. Bruxelles. 1878. 8°.
b) Principe de la théorie des faisceaux. Bruxelles. 1878. 8°.

Vom Herrn O. Struve in St. Petersburg:

a) Observations de Poulkova. Vol. IX. 1878. 4°.
b) Jahresbericht der Nicolai-Hauptsternwarte für 1877—78. 1878. 8°.

Vom Herrn Piazzi Smyth in Edinburgh:

End-on Illumination in private spectroscopy. 1879. 8°.

Vom Herrn E. Wartmann in Genf:

Rapport du Président de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève pour la période du 1 Juillet 1877 au 31. Déc. 1878. 1879. 4°.

Vom Herrn Alexander Milton Ross in Montreal, Canada:

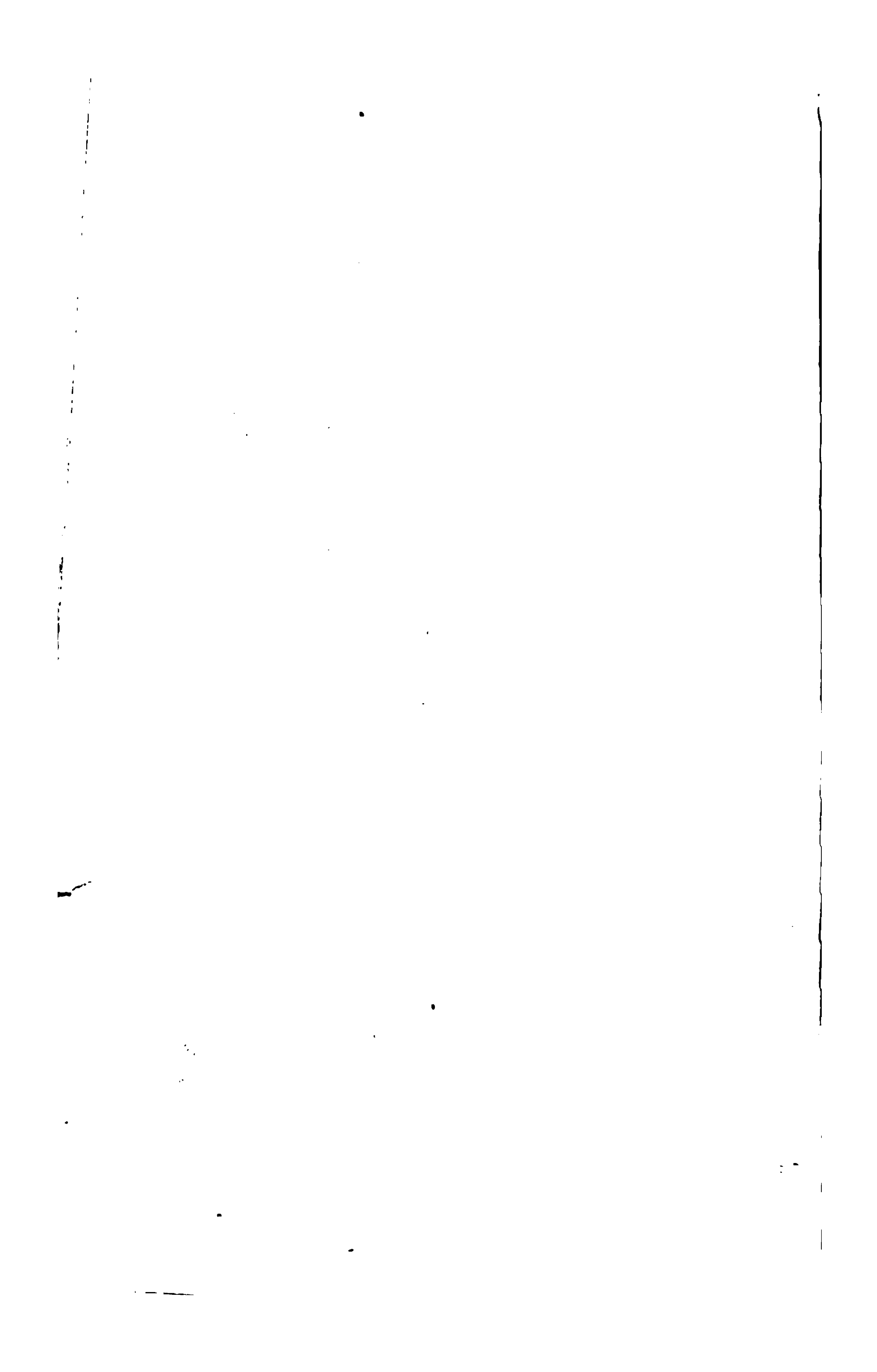
Catalogus of Mammals, Birds, Reptiles and Fishes of the Dominion of Canada. 1878. 8°.

Vom Herrn M. Melsens in Brüssel.

a) De l'application du rhé-éléctromètre aux paratonnerres des télégraphes. 1877. 8°.
b) Cinquième note sur les paratonnerres. 1878. 8°.
c) Notice sur le coup de foudre de la gare d'Anvers du 10. Juillet 1865. 1875. 8°.

Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. 1879. Stuttgart 1879. 8°.



Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 3. Mai 1879.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Professor v. Nägeli legt eine Abhandlung vor:

Ueber die Fettbildung bei den niederen Pilzen.[1])

In der Thierphysiologie besteht noch Streit darüber, ob die Fette aus Albuminaten oder Kohlenhydraten entstehen. In der Pflanzenphysiologie ist diese Frage noch kaum erörtert worden. Wir sehen zwar, dass Fette und Kohlenhydrate einander oft vertreten, dass die einen Gewächse Fett anhäufen, wo verwandte Arten, Gattungen oder Ordnungen Stärkemehl aufspeichern, ferner dass Stärkemehl in einem Gewebe verschwindet, worauf Fett an dessen Stelle tritt, oder auch umgekehrt. So sind die Repssamen, aus denen im reifen Zustande Oel gepresst wird, vor vollständiger Reife mit Stärkekörnern erfüllt.

Doch geben uns solche Beobachtungen noch nicht die unbestreitbare Gewissheit, dass wirklich die Substanz der einen Verbindung in die andere Verbindung umgewandelt wird. Es wäre ja beispielsweise möglich, wenn auch nicht wahrscheinlich, dass Stärkemehl als Zucker gelöst und fortgeführt, und dass dafür die fettbildenden Baumaterialien aus andern Geweben herbeigeführt würden.

1) Die am Schlusse beschriebenen Versuche wurden von O. Loew ausgeführt.

Für die Entscheidung der vorliegenden Frage eignen sich offenbar einzellige und wenigzellige Pflanzen besser als die höher organisirten, aus verschiedenen Organen und Geweben bestehenden, weil der Ursprung einer Substanz besser controlirt werden kann, — und besonders erweisen sich die niederen Pilze als günstige Objecte für solche Untersuchungen, weil bei ihnen der Ernährungschemismus viel einfacher verläuft, als bei den morphologisch gleich gebauten niederen Algen.

Bei den niederen Pilzen nun lässt sich die Entstehung der Fette mit Leichtigkeit und vollkommener Sicherheit einerseits aus Albuminaten und anderen Stickstoffkohlenstoffverbindungen, andrerseits aus Kohlenhydraten und anderen stickstofffreien Kohlenstoffverbindungen darthun. Was zuerst die stickstoffhaltigen Verbindungen betrifft, so ist ein doppeltes Beweisverfahren möglich, indem entweder gezeigt wird, dass dieselben in einer Zelle zersetzt werden und das Material für die Fettbildung liefern, oder indem nachgewiesen wird, dass eine Zelle nur solche Nährstoffe aufnimmt und daraus Fett erzeugt.

Es ist eine allgemeine Erscheinung, dass in Pilzzellen, die in der Jugend bloss plasmatischen (aus Albuminaten bestehenden) Inhalt besitzen, späterhin mehr oder weniger Fett auftritt. Diess ist auch dann der Fall, wenn dieselben in reinem Wasser sich befinden und somit keine fettbildenden Stoffe aufnehmen können, denn das kohlensaure Ammoniak, das sich nicht abhalten lässt, vermögen sie nicht zu assimiliren. Man beobachtet daher auch, dass das Plasma mit dem Erscheinen des Fettes sich vermindert. Dass letzteres hier nicht von stickstofffreien Kohlenstoffverbindungen abgeleitet werden kann, ergiebt sich aus dem Umstande, dass solche nur in sehr geringen Mengen im Zelleninhalte vorkommen, und dass die aus Cellulose bestehende Membran während der Fettbildung an Substanz oft deutlich zunimmt.

Eine solche Beobachtung ist nun unmittelbar entscheidend, wenn es sich um einzellige Pilze und zwar um solche handelt, wo die Zellen nicht mit anderen Zellen in Berührung sind und nur mit dem umgebenden Wasser in gegenseitigem diosmotischen Austausche stehen. Bei den mehrzelligen Schimmelpilzen lässt sich der allfällige Einwurf, es könnten die fettbildenden Zellen Stoffe aus andern Theilen des Fadens erhalten haben, mit der Thatsache widerlegen, dass alle Zellen sich gleichverhalten, dass jede einzelne und somit auch die Gesammtheit der miteinander in Verbindung stehenden Zellen an Albuminaten ärmer, dagegen an Fett und an Cellulose reicher wird.

Für derartige Beobachtungen sind die Schimmelpilze am brauchbarsten, weil sie viel Fett erzeugen. Allein auch bei den Sprosspilzen, welche alle verhältnissmässig arm an Fett sind (die Unterbierhefe enthält davon nur 5 Procent ihrer Trockensubstanz), kann nach der mikroskopischen Untersuchung kein Zweifel bestehen. Ich habe einige Flaschen mit Bierhefe und phosphorsäurehaltigem Wasser zwei Jahre lang (1870—1872) stehen lassen und hin und wieder umgeschüttelt. Es stellten sich weder Schimmel noch Spaltpilze ein. Die Hefenzellen vegetirten langsam fort. Beim Beginne des Versuches waren die dünnwandigen Zellen bloss mit Plasma erfüllt. Zuletzt erschien die Membran etwas stärker, und der feste Zelleninhalt war auf ein kleines sehr stark lichtbrechendes Körnchen zusammengegangen, welches offenbar aus Fett und den noch ungelösten Albuminaten bestand. Die quantitative Fettbestimmung konnte bei dieser Hefe nicht ausgeführt werden.

Dass Albuminate und andere stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindungen Material zur Fettbildung abgeben können, lässt sich aber viel anschaulicher auf dem anderen Wege darthun, indem man nämlich diese Substanzen ausschliesslich zur Ernährung benutzt. Die Spaltpilze gedeihen sehr gut

in einer Lösung von Eiweiss oder besser von Peptonen aus Eiweiss und den nothwendigen Mineralstoffen (enthaltend Phosphor, Kalium, Magnesium, Calcium); die Schimmel wachsen darin mit Ausschluss der Spaltpilze, wenn die Lösung etwas freie Phosphorsäure enthält. Wenn bloss eine Spur von Sporen oder Pilzen zur Aussaat verwendet wird, so erhält man eine mehr als millionenfache Vermehrung der Pilze und ihrer Bestandtheile, also auch von Fett und Cellulose. — Das Eiweiss kann mit ähnlichem Erfolge durch eine andere Stickstoffkohlenstoffverbindung von einfacherer Zusammensetzung und neutraler Reaction (z. B. durch Asparagin, Leucin) ersetzt werden.

Da bei diesen Versuchen alle organischen Substanzen der Ernte bis auf die unendlich geringe Menge der anfänglichen Aussaat aus den Nährstoffen gebildet wurden, so ist auch alles Fett aus den Bestandtheilen des Eiweisses, Leucin's, Asparagin's entstanden.

Ganz die gleiche Schlussfolgerung gilt für eine Reihe von stickstofflosen Verbindungen, welche zugleich mit Ammoniak oder Salpetersäure als Nährstoffe angewendet werden. Zucker mit Ammoniak, ebenso weinsaures Ammoniak ist für sich allein zur Ernährung genügend, wenn die Aschenbestandtheile zugegen sind. Statt Zucker kann Mannit, Glycerin oder eine andere neutrale ternäre Kohlenstoffverbindung, statt Weinsäure kann Essigsäure, Salicylsäure oder eine andere organische Säure benutzt werden. In den meisten Fällen lässt sich ferner das Ammoniak als Stickstoffquelle durch Salpetersäure ersetzen. Bei geringer anfänglicher Aussaat erfolgt auch bei diesen Versuchen eine millionenfache Vermehrung der Vegetation. Die Pilzzellen entnehmen dem Ammoniak oder der Salpetersäure und einer der genannten Kohlenstoffverbindungen die Elemente für die Bildung der Albuminate und der Kohlenstoffverbindung die Elemente für die Bildung von Fett und Cellulose.

Wird statt des Ammoniaks oder der Salpetersäure Eiweiss (resp. Pepton) als Nahrung verwendet, so lässt sich die Entstehung von Fett und Cellulose aus Zucker oder Weinsäure u. s. w. dann nachweisen, wenn man von ersterem wenig, von der stickstofflosen Verbindung dagegen eine grössere Menge in die Nährlösung giebt. Die Analyse der Ernte ergiebt in diesem Falle, dass nur die Albuminate von dem Eiweiss der Nährlösung abgeleitet werden können und dass die Gesammtheit oder wenigstens ein grosser Theil des Fettes und der Cellulose von den Bestandtheilen des Zuckers oder der Weinsäure herstammen müssen.

Die angeführten Thatsachen beweisen unzweifelhaft, dass die Pilzzellen das Material für die Fettbildung aus den verschiedensten stickstoffhaltigen und stickstofflosen Verbindungen entnehmen können. Sie geben uns aber selbstverständlich keinen Aufschluss über den nächsten Ursprung des Fettes, da die Stoffumwandlungen in der Zelle uns verborgen bleiben, und wir daher nicht wissen können, ob und welche chemische Zwischenstufen zwischen dem aufgenommenen Nährstoff und dem Endprodukt bestehen. Es wäre einerseits möglich, aber nicht im geringsten wahrscheinlich, dass unmittelbar aus den Bestandtheilen jeder der verschiedenen Nährverbindungen die Synthese des Fettes vor sich ginge, aus Eiweiss, Asparagin, Leucin, Zucker, Weinsäure, Essigsäure, Salicylsäure u. s. w.

Es ist anderseits möglich, dass die Fettbildung immer der nämliche Vorgang ist und aus der gleichen chemischen Verbindung erfolgt. Man könnte beispielsweise vermuthen, der Zucker sei dieser Fettbildner, und dafür anführen, dass jedenfalls aus allen Nährstoffen Glycose gebildet wird, da sie in allen Pilzzellen als Material für die Membranbildung vorhanden sein muss, und wie die Analysen ergeben, thatsächlich immer in geringen Mengen vorhanden ist. In diesem Falle würde, bei ausschliesslicher Ernährung durch

Eiweiss (Pepton), der Zucker für die Fettbildung aus letzterem abgespalten.

Man könnte aber auch, und vielleicht mit grösserem Rechte, annehmen, die Eiweissbildung (Peptonbildung) müsse der Fettbildung vorausgehen. In diesem Falle würde also auch bei Ernährung mit Ammoniak und Zucker das Fett nicht aus dem Zucker sondern aus dem daraus erzeugten Pepton entstehen, und wenn eine plasmareiche Zelle, welche fast nur Zucker als Nahrung erhält, Fett bildet, so würde der Zucker nur mittelbar diesen Process begünstigen, insofern er mit dem bei der Fettbildung frei werdenden stickstoffreichen Rest des Eiweisses dasselbe wieder aufbauen hülfe. Es drängt sich überhaupt auch bei verschiedenen anderen pflanzenphysiologischen Vorgängen die Vorstellung auf, es möchte das complizirte Eiweissmolecül gleichsam das kleine chemische Laboratorium sein, welches manche Stoffumwandlungen zu Stande bringt, — eine Vorstellung, die, wenn sie richtig sein sollte, uns zwar das Räthsel nicht lösen würde, aber bei dem Versuche einer Lösung doch berücksichtigt werden müsste.

Mit Zucker und Eiweiss sind natürlich die Verbindungen nicht erschöpft, aus denen die Fettbildung abgeleitet werden kann. Möglicher Weise geht dem Fette die Entstehung einer Verbindung voraus, die überhaupt noch unbekannt, oder als Bestandtheil der lebenden Organismen noch nicht nachgewiesen ist. — Zur Entscheidung der Frage hat die organische Chemie den wichtigsten Beitrag zu leisten. Aber auch der Physiologie scheint eine nicht unwichtige Aufgabe zuzukommen. In letzterer Beziehung bot sich zunächst der Gedanke dar, auf experimentellem Wege zu entscheiden, ob die Ernährung mit der einen oder andern Verbindung die Fettbildung begünstige oder beeinträchtige. Wenn beispielsweise der Zucker den Ausgangspunkt für die Fettbildung darstellte, so könnte erwartet

werden, dass dieselbe bei zuckerreicher Nahrung reichlicher einträte. Wäre dagegen das Eiweiss der Fettbildner, so sollte Ernährung mit viel Eiweiss ein besseres Resultat geben als Ernährung mit wenig Eiweiss und viel Zucker.

Die Versuche haben diese Erwartung nicht erfüllt. Die chemische Beschaffenheit der Nährlösung scheint für die Fettbildung in den Pilzen fast ganz bedeutungslos zu sein, indem einerseits aus ganz ungleichen Nährstoffen gleiche Mengen von Fett, andrerseits aus gleichen Nährstoffen unter übrigens ungleichen Verhältnissen ungleiche Mengen davon erzeugt werden. Berücksichtigt man nur die eine Versuchsreihe, so möchte man den Zucker, berücksichtigt man nur eine andere Reihe, so möchte man das Eiweiss (Pepton) als vorzugsweise Fett erzeugend betrachten. Vergleicht man aber alle Thatsachen, so kommt man zur Ueberzeugung, dass physiologische Momente bei der Fettbildung die Hauptrolle spielen und die ungleiche Wirkung der Nährstoffe, wenn dieselbe, was nicht unwahrscheinlich, vorhanden ist, verwischen. Eine grosse Reihe von passend angestellten Versuchen müsste darüber wohl Auskunft geben.

Solche Versuche sind aber desswegen meistens resultatlos, weil die Vegetationsverhältnisse, welche auf die Erzeugung der Fette so grossen Einfluss ausüben, nicht mit Sicherheit ganz gleichartig hergestellt werden können. So erhält man beispielsweise in zwei vollkommen gleich zusammengesetzten, neben einander befindlichen Nährlösungen, auf welche in gleicher Weise Schimmelsporen ausgesäet werden, selten ganz gleiche Vegetationen, indem das Verhältniss der untergetauchten zu den schwimmenden Schimmelrasen verschieden ausfällt; und dieser Umstand allein bedingt einen ungleichen Prozentgehalt an Fett.

Es ist mir desswegen überhaupt wahrscheinlich, dass der Einfluss der chemischen Beschaffenheit der Nährstoffe auf die Fettbildung und namentlich die Frage, welche

Verbindung physiologisch derselben unmittelbar vorausgehe, nicht bei den Pilzen, die wegen ihres so energischen Chemismus fast aus jeder organischen Verbindung, wenn auch auf einem Umwege, das Material für diesen Process gewinnen können, noch überhaupt im Pflanzenreiche, sondern vielmehr im Thierreiche festzustellen ist, wo die chemische Action schwächer und die Möglichkeiten für die Erzeugung einer Verbindung beschränkter sind. Sollte es sich ergeben, dass bei höheren Thieren das Fett zunächst immer aus dem Eiweiss entsteht, so wäre dieser Vorgang auch für die niederen Thiergruppen und für das Pflanzenreich sehr wahrscheinlich.

Was die physiologischen Momente der Fettbildung betrifft, so möchte ich zunächst bemerken, dass dieselbe bei den niederen Pilzen gerade so wie bei den übrigen Pflanzen höchst wahrscheinlich bloss innerhalb der Zellen durch den gewöhnlichen Vegetationsprocess, und nicht durch Gärung (Fäulniss) vor sich geht. Die niederen Glieder der Fettsäurenreihe bis hinauf zur Capronsäure befinden sich zwar unter den Fäulnissprodukten, nicht aber die höheren Fettsäuren und die Fette. [1])

---

1) In neuester Zeit ist unter den Fäulnissprodukten des Fleisches Palmitinsäure und Oelsäure angegeben, jedoch nicht nachgewiesen worden, dass diese Verbindungen wirklich Erzeugnisse der Gärthätigkeit seien. Das Fleisch war zwar mit Aether so gut als möglich entfettet worden; da aber Bierhefe auf diesem Wege nicht fettfrei gemacht werden kann (vgl. Mittheilung vom 4. Mai 1878), so wäre es wohl möglich, dass die ganze Menge der gefundenen Fettsäuren (etwa 3 Proc. der trockenen Eiweisssubstanz) oder doch ein Theil derselben erst bei der Zersetzung des Fleisches durch die Fäulniss physikalisch frei gemacht und damit dem Aether zugänglich geworden wäre.

Ein anderer bei obiger Angabe, wie es scheint, unberücksichtigt gebliebener Punkt ist der, dass die faulende Flüssigkeit nicht bloss die Fäulnissprodukte sondern auch Fäulnisspilze und zwar in sehr grosser Menge enthält, dass beide sich mechanisch nicht trennen lassen und dass man sich daher immer die Frage vorzulegen hat, ob eine gefundene

Betreffend das physiologische Verhältniss des Fettbildungsprocesses zu der Gesammternährung lassen sich zur Zeit zwei Regeln aufstellen: 1) dass verhältnissmässig um so mehr Fett gebildet wird, je lebhafter das Wachsthum vor sich geht, dass also bei n facher Gesammtzunahme der Trockensubstanz in gleicher Zeit und übrigens gleichen Umständen die Vermehrung der

---

Verbindung aus dem Gärmaterial oder aus den Gärpilzen komme. In dem vorliegenden Falle konnte immerhin ein erheblicher Theil und unter günstigen Bedingungen für die Fettbildung sogar die ganze Menge der Fettsäuren in den Fäulnisspilzen enthalten sein. Wollte man alle in einer faulenden Flüssigkeit vorhandenen Verbindungen als Produkte des Fäulnissprocesses betrachten, so müsste man Albuminate und Cellulose unter den Fäulnissprodukten des Harnstoffes aufzählen. Es wäre dies ebenso unstatthaft, als wenn man ein Guanolager mitsammt den darauf sitzenden Vögeln der Analyse unterwürfe.

Dass höhere Fettsäuren durch faulige Gärung entstehen, ist zwar an und für sich nicht unmöglich, aber schon aus dem Grunde sehr unwahrscheinlich, weil alle bis jetzt bekannten Gärprodukte entweder flüchtig, oder in der Flüssigkeit, in der sie sich bilden, löslich sind. Die Bildung einer unlöslichen Verbindung und noch dazu von so zusammengesetzter Constitution durch die Bewegung des Gärvorganges dürfte in mechanischer Beziehung schwer zu erklären sein.

Wenn in dem Roquefort-Käse wirklich, wie es behauptet wird, beim Reifen das Casein sich vermindert und das Fett sich vermehrt, so kann dieser Vorgang nicht von einer Gärthätigkeit abgeleitet werden, welche in diesem Stadium aufgehört hat, sondern nur von der jetzt reichlichen Schimmelvegetation, welche das Casein als Nahrung verwendet und in ihren Zellen viel Fett anhäuft.

Unmittelbar aus Albuminaten scheint dagegen das Leichenfett (Adipocire) zu entstehen. Dasselbe ist zwar nicht eigentliches Fett, sondern besteht fast bloss aus festen Fettsäuren. Es muss wohl durch einen noch unbekannten chemischen Process gebildet werden, da es nur bei Ausschluss der Fäulniss auftritt und da an eine vorausgehende Schimmelvegetation ebenfalls nicht gedacht werden kann; denn diese würde eine vollständige Verbrennung bedingen, welche beim Roquefortkäse nur durch rechtzeitige Unterbrechung des Verschimmelungsprocesses verhütet wird.

Fettmenge mehr als den n fachen Betrag zeigt; 2) dass unter gleichen Umständen um so mehr Fett gebildet wird, je lebhafter die Respiration (Oxydation durch freien Sauerstoff) vor sich geht. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass dies in aller Strenge nur für jede einzelne Pilzform gilt und dass bei der Vergleichung verschiedener Formen ein neuer Factor, die spezifische Neigung zur Fettbildung, hinzukommt.

Man könnte geneigt sein, die beiden Regeln unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt und in eine einzige Regel zusammenzufassen, weil die beiden physiologischen Momente meistens zusammentreffen und jeder Pilz um so lebhafter wächst, je mehr der freie Sauerstoff auf ihn einwirken kann. Dennoch scheint es mir vorsichtiger, sie vorläufig noch aus einander zu halten, bis durch weitere Versuche sich mehr Licht über die so complicirten Beziehungen der Ernährungsvorgänge verbreitet.

Was die Beziehung der Fettbildung zur Respiration betrifft, so tritt uns dieselbe im Allgemeinen bei einem Ueberblick über die niederen Pilze sehr deutlich entgegen. Die Schimmelpilze wachsen bloss bei Zutritt von freiem Sauerstoff und sind fettreich.. Die Bierhefe entwickelt sich bei sehr mangelhaftem Sauerstoffgenuss und ist fettarm; das Gleiche gilt für die Spaltpilze. Die an der Oberfläche der Nährflüssigkeit lebenden Schimmelpilze sind fettreicher als ihre eigenen untergetauchten Sprossformen. Zur Bildung der Sporen, welche viel Fett enthalten, ist freier Luftzutritt nothwendig. Die Sprosspilze bringen, wie bekannt, nur dann Sporen hervor, wenn sie, auf einem Substrat ausgebreitet, halb trocken liegen; selten fand ich sporentragende Sprosspilze, wenn dieselben als Häute auf den (gegorenen) Nährflüssigkeiten schwammen, wobei die obere (cuticularisirte) Seite trocken ist. Die Spaltpilze erzeugen, wie es scheint, ihre Sporen ebenfalls nie innerhalb einer Flüssigkeit, sondern nur in den oberflächlichen Decken, und zwar beobachtete

ich einige Male ganz bestimmt, dass in einer mehrschichtigen Decke bloss die Stäbchen und Fäden der obersten (unmittelbar an Luft grenzenden) Schicht sporentragend waren. In Flüssigkeiten lebende Schimmelpilze bilden nur an den in die Luft sich erhebenden Hyphen fettreiche Dauersporen.[2])

Warum die Pilze zur Erzeugung von Fett gerade Sauerstoff bedürfen, bleibt vorerst noch eine offene Frage. Es giebt noch andere Beispiele, wo die Umwandlung von sauerstoffreicheren in sauerstoffärmere Verbindungen in der organischen Welt nur unter der Einwirkung von Oxydation vor sich geht. So entsteht beim Cuticularisirungs- oder Verkorkungsprocess der Wachsüberzug an der Oberfläche der Pflanzengewebe aus Cellulose (Zucker) nur bei Luftzutritt. So ist ferner der freie Sauerstoff für die Ernährung der niederen Pilze gerade bei sauerstoffreichen Nährstoffen unentbehrlich.

Mit diesen in lebenden Organismen stattfindenden Processen können wir auch die ausserhalb derselben vor sich gehende Humification vergleichen, bei welcher Cellulose und andere Verbindungen nur unter dem Einflusse der Oxydation durch freien Sauerstoff in eine Reihe immer kohlenstoffreicherer Substanzen übergehen.

Mit Rücksicht auf die Rolle, welche die Oxydation beim Lebensprocess überhaupt spielt, möchten wir geneigt

2) In Nährflüssigkeiten, die mit einer Schicht von fettem Oel bedeckt waren, und in denen Penicillium spärlich wuchs, sah ich Schimmelfäden in die Oelschicht hinaufwachsen und daselbst schöne Sporenketten bilden, welche, beiläufig bemerkt, zwischen Objectträger und Deckglas vollkommen erhalten blieben, während dieselben sonst bei der Präparation für die mikroskopische Untersuchung gewöhnlich zerfallen. Die angeführte Erscheinung erklärt sich dadurch, dass das flüssige Fett ein schlechter Abschluss gegen Sauerstoff ist, welcher dasselbe ranzig macht und auch in die unterliegende Flüssigkeit eindringt; jedenfalls ist aber seine Wirkung an der Oberfläche der letzteren und in der Oelschicht selbst am intensivsten.

sein anzunehmen, dass sie auch bei der Fettbildung die für die chemische Umsetzung nothwendige Kraft liefere. Dies wäre unzweifelhaft, wenn das Fett und seine Nebenprodukte zusammen eine grössere Menge von gebundener Wärme enthielten, als das Material (Eiweis, Zucker), von dem sie abstammen; der Ueberschuss müsste dann von der nebenher gehenden Verbrennung erzeugt werden. Doch wissen wir darüber experimentell nichts, und dürfen selbstverständlich auch aus der hohen Verbrennungswärme des Fettes keinen Schluss ziehen.

Aber auch für den möglichen Fall, dass der Fettbildner eine grössere Menge von Spannkraft besitzen sollte als das aus demselben hervorgehende Fett sammt den übrigen Zersetzungsprodukten, bleibt jene Annahme noch immer wahrscheinlich. Wir müssen uns dann an die Analogie der Gärung erinnern, wo die Hefenzelle ebenfalls für den Zerfall jedes einzelnen Zuckermoleküls eine gewisse Kraft aufwenden muss, obgleich bei diesem Zerfall eine viel grössere Kraft frei und für physiologische Zwecke (nur nicht unmittelbar für den Gärprocess) verwendbar wird (vgl. Theorie der Gärung in den Abhandl. d. k. b. Akad. d. W. II. Cl. XIII. Bd. II. Abth.)

Die andere physiologische Beziehung der Fettbildung, nämlich zu der Intensität der Ernährung, wird uns besonders dann nahe gelegt, wenn wir die Ernten aus analog zusammengesetzten Nährflüssigkeiten von verchiedenem Concentrationsgrad mit einander vergleichen. Wir beobachten dann, dass in sehr armen Nährlösungen auch ein sehr fettarmer Schimmel wächst, und dass in reicheren Nährlösungen bis zu einem bestimmten Concentrationsgrad das Wachsthum lebhafter und der Procentgehalt an Fett grösser wird, sodass das Optimum für die Ernährung und für die Fettbildung zusammenzufallen scheinen.

Man möchte vielleicht für di ese Erscheinung darin

eine Erklärung finden, dass die ersten Nährstoffmengen zur Bildung des Plasmas und der Zellmembran verwendet werden, und dass die ärmeren Nährlösungen zur Fettbildung nicht mehr ausreichen. Doch wird bei genauerer Ueberlegung sogleich deutlich, dass damit nichts erklärt wäre; denn man könnte ja mit Recht fragen, warum nicht 10 oder 15 Proc. Albuminate und Cellulose weniger und dafür Fett erzeugt werde, oder man könnte erwidern, dass die Pilzzelle in einer entsprechend längeren Zeit der armen Nährlösung so viel Stoffe zu entziehen vermöge, um sich ganz mit Fett anzufüllen. — Wir hätten aber eine ausreichende Erklärung, wenn wir annehmen dürften, was auch gar nicht unwahrscheinlich ist, dass die Pilzzelle ihre Vegetation in jeder Nährlösung nicht über eine bestimmte Zeit ausdehnen kann, und dass, wenn sie in dieser Zeit nicht ein gewisses Mass von Nährstoffen findet, die Involution beginnt, ehe die Ernährung ihre Stadien vollständig durchlaufen hat, wobei die Fettbildung als das letzte Produkt derselben die grösste Einbusse erleidet.

Wir können die Nährstoffe, die zu den Versuchen gedient haben, nach dem Grade der Fettbildung, den sie gestatten, in eine Reihe bringen, welche zugleich eine Skala für ihre Ernährungsfähigkeit darstellt. Es werden dabei möglichst gleiche Umstände vorausgesetzt, wozu auch die Ausschliessung der Gärthätigkeit gehört. Indem wir von den ungünstigsten zu den günstigsten Nährverbindungen fortschreiten, erhalten wir folgende Stufenreihe: 1) essigsaures Ammoniak, 2) weinsaures Ammoniak, bernsteinsaures Ammoniak, Asparagin (?), 3) Leucin, 4) Eiweiss (Pepton), 5) weinsaures Ammoniak und Zucker, 6) Leucin und Zucker, 7) Eiweiss (Pepton) und Zucker. Was Eiweiss und Pepton betrifft, so ist zu bemerken, dass letzteres allerdings besser, d. h. rascher ernährt, dass aber Eiweis in löslicher Form demselben wenig nachsteht, wenn der Pilz kräftig pepto-

nisirt, und dass nur das ungelöste Eiweiss sich entschieden ungünstig erweist, weil die Lösung durch die Fermente des Pilzes und die Vertheilung in der Nährflüssigkeit allzulangsam erfolgt.

Ich habe bereits bemerkt, dass lebhaftes Wachsthum und intensive Respiration meistens zusammentreffen. In solchen Fällen bleibt es zweifelhaft, ob man die reichlichere Fettbildung mehr der einen oder anderen Ursache zuschreiben soll. Ein bemerkenswerthes Beispiel geben uns die Versuche mit Bierhefe. Die natürliche Hefe, welche in der besten Nährlösung (Pepton und Zucker) bei niedriger Temperatur und spärlicher Respiration wächst, enthält nur 5 Proc. Fett. Kunsthefe, welche mit weinsaurem Ammoniak und Zucker im Brütkasten unter Durchleitung von Luft gezogen wurde, hatte bis 12 ½ Proc. Fett. Dass das weinsaure Ammoniak nicht etwa die Ursache der reichlicheren Fettbildung sein konnte, ergiebt sich aus anderen Versuchen, bei denen unter übrigens gleichen Umständen weinsaures Ammoniak sich ungünstiger verhält als Eiweiss, und weinsaures Ammoniak mit Zucker ungünstiger als Eiweiss mit Zucker. Der grössere Fettgehalt der Kunsthefe hängt damit zusammen, dass dieselbe trotz der ungünstigeren Nahrung wegen der höheren Temperatur, der vermehrten Respiration und der gesteigerten Gärung auch ein viel lebhafteres Wachsthum zeigte. In 24 Stunden wurden von einem Gramm Hefe (Trockengewicht) 40 Gramm Rohrzucker vergoren; es ist dies die lebhafteste bis jetzt beobachtete Vergärung von Zucker. In 64 Stunden vermehrte sich die Trockensubstanz der Hefe auf das 12fache; es ist dies ebenfalls die lebhafteste bis jetzt beobachtete Vermehrung.

Ich mache schliesslich noch einige Bemerkungen betreffend die Beurtheilung der Versuche überhaupt und auch der nachher beschriebenen.

Man ist im Allgemeinen geneigt, der chemischen Be-

schaffenheit der Nährstoffe einen viel grösseren Einfluss auf die Ernährung zuzuschreiben, als ihr wirklich zukommt. Diess gilt für die Pilze noch viel mehr als für alle anderen Organismen. Bezüglich der Fettbildung würde man einen Fehler begehen, wenn man aus irgend welchen einmaligen oder auch mehrmahligen Versuchen schliessen wollte, dass dieselbe durch eine bestimmte chemische Verbindung begünstigt werde. Man wäre dazu erst berechtigt, wenn auch alle übrigen inneren und äusseren Umstände gleich gesetzt, und einzig die chemische Beschaffenheit in den Versuchen verschieden wäre. Wir müssen in der Beurtheilung um so vorsichtiger sein, als die grosse Mehrzahl der sicheren Thatsachen uns beweist, dass die chemische Zusammensetzung der Nährsubstanzen gegenüber den anderen inneren u äusseren Umständen eine verschwindend kleine Wirkun ausübt.

Bezüglich dieser Umstände sind 4 Gruppen zu unterscheiden: 1) die specifische (systematische) Natur des Pilzes, 2) der biologische und Entwicklungszustand, in dem er sich befindet, 3) die Beschaffenheit der Umgebung, namentlich die Temperatur, der Feuchtigkeitszustand, der Zutritt von Sauerstoff, 4) die physiologischen Vorgänge der Ernährung, soweit dieselben von den aufgenommenen chemischen Verbindungen unabhängig sind. Wir haben somit für die Beurtheilung der Kulturresultate folgende 4 Regeln festzuhalten.

1) Nur Vegetationen der gleichen Species und Varietät von Pilzen dürfen mit einander verglichen werden. Eine weitere Bemerkung hiezu ist überflüssig.

2) Nur gleiche Zustände eines Pilzes dürfen mit einander verglichen werden, -- also beispielsweise nicht die Hyphenform und die Sprosshefenform eines Mucor, ferner nicht der vegetative und der reproduktive Zustand, nicht das Evolutions- und das Involutionsstadium eines Pilzes. Aus

diesem Grunde giebt es kaum zwei Versuche, die in aller Strenge einen Schluss auf die Wirkung der Nährstoffe bezüglich der Fettbildung gestatten, weil in jedem Versuch junge Zellen, ausgewachsene Zellen, altersschwache Zellen und abgestorbene Zellen, solche die keine Sporen bilden und solche, die sich in irgend einem Stadium der Sporenbildung befinden, mit einander gemengt sind und weil das Verhältniss der Gemengtheile jedes Mal ein anderes ist.

3. Nur wenn die äusseren Umstände, unter denen eine Kultur stattfindet, ganz dieselben sind, ist ein Vergleich gestattet. Es lassen sich nun zwar die Verhältnisse in verschiedenen Beziehungen ganz gleich machen, so bezüglich der Temperatur, ferner, wenn eine Nährlösung angewendet wird, bezüglich der Form und Grösse des Gefässes, der Oberfläche und der Tiefe der Flüssigkeit, bezüglich des Umschüttelns, — alles Dinge, die unter Umständen sehr wichtig sein können. Aber es giebt andere Beziehungen, in denen es ausser der Macht des Experimentators liegt, eine vollkommene Gleichheit herzustellen. Schon der Zutritt des Sauerstoffs kann nicht gleichartig geregelt werden, weil derselbe bei der nämlichen Vorrichtung durch den ungleichen Verbrauch bestimmt wird.

Noch viel grössere Störungen erfolgen durch die ungleiche räumliche Vertheilung der Pilze. Um dieselben möglichst zu beschränken, ist die Anwendung von Nährösungen unbedingt geboten, weil die Diffussion, unterstützt durch periodisches Umschütteln, eine gleichmässige Vertheilung der Nährstoffe bewirkt. Aber auch in diesem günstigsten Falle sind immer Verschiedenheiten zwischen sonst zwei ganz gleichen Kulturen vorhanden und können selbst zu einer den Versuch ganz unbrauchbar machenden Grösse anwachsen, weil die Pilze theils an der Oberfläche der Flüssigkeit theils untergetaucht leben. Jene erhalten reichlicheren Sauerstoff, diese fast gar keinen. Die Ernährung

und auch die Fettbildung geschieht daher bei den einen und anderen in ungleicher Weise; die an der Oberfläche schwimmenden sind die fettreicheren. Da nun das Mengenverhältniss der oberflächlichen und untergetauchten Individuen nie übereinstimmt und oft sehr grosse Verschiedenheiten zeigt, so ist auch in dieser Beziehung die Möglichkeit des Vorhandenseins von Fehlerquellen bei der Beurtheilung der Versuche immer ins Auge zu fassen.

4. Nur wenn die physiologischen Processe in zwei Pilzvegetationen gleichartig verlaufen, darf auch die Fettbildung zu einer unmittelbaren Vergleichung benutzt werden. Diese physiologischen Vorgänge sind uns vorerst nur in ihrer allgemeinsten Form bekannt, bieten aber in dieser allgemeinen Form schon sehr grosse Verschiedenheiten dar.

Von dem Nährmaterial, das der Pilzzelle zur Verfügung steht, verwendet sie einen Theil zur Nahrung, einen anderen Theil verbrennt sie. Beide Mengen lassen sich quantitativ genau feststellen aus dem Gesammtverbrauch der Nährstoffmenge und aus der Zunahme der Pilzsubstanz. Das Verhältniss der beiden Processe übt einen Einfluss auf jeden einzelnen Vorgang des vitalen Chemismus und namentlich auch auf die Fettbildung aus. Wenn es in zwei Versuchen nicht gleich ausfällt, so liegt möglicher Weise abermals eine Fehlerquelle vor, welche die strenge Beurtheilung des Einflusses der chemischen Beschaffenheit der Nährstoffe auf die Fettbildung unsicher macht. Es hängt nämlich die Intensität der Oxydation nicht bloss von dieser chemischen Beschaffenheit ab, sondern auch von der Menge des zutretenden Sauerstoffs, ferner von dem Entwicklungsstadium der Zelle und von anderen noch unbekannten Eigenthümlichkeiten der morphologischen und physiologischen Verhältnisse.

Berücksichtigt man die 4 genannten Bedingungen, so ist leicht einzusehen, dass aus wenigen Versuchen kein Schluss auf die Wirkung der verschiedenen Nährstoffe be-

züglich der Fettbildung gezogen werden darf, und dass es nur durch zahlreiche Versuchsreihen möglich würde, die Fehlerquellen aufzudecken und die Fehler in den Schlussfolgerungen zu beseitigen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass eine Versuchsreihe (wie beispielsweise I unter den nachher aufgeführten), zum zweiten Mal in ganz gleicher Weise wiederholt, im Einzelnen andere Zahlen ergeben und die Resultate verwandter Nährlösungen vielleicht geradezu umkehren würde.

Um das Gesagte zu erläutern und thatsächlich zu belegen, mache ich auf einige Beispiele aufmerksam. In der Versuchsreihe I enthielt der in weinsauerem Ammoniak gewachsene Schimmel (a) 6,7 Proc. derjenige in bernsteinsaurem Ammoniak (c) 11,1 Proc. Fettsäuren. Bei einem gleichen Gesammtverbrauch gab letztere Nährlösung eine fast doppelt so grosse Ernte (nämlich 0,53 gegen 0,31 g.) und dem entsprechend einen fettreicheren Schimmel. Ob aber dieser Erfolg der chemischen Verbindung zuzuschreiben sei, ist aus sonstigen Beobachtungen sehr fraglich; wahrscheinlich rührte er von irgend einem anderen Umstande her.

In der Versuchsreihe II gaben 100 g. Nährlösung mit 1 Proc. weinsaurem Ammoniak und 1 Proc. Weinsäure (a) 0,108 g. Ernte und 8,08 Proc. Fettsäuren, — dagegen 100 g. Nährlösung mit 1 Proc. Pepton (d) 0,175 g. Ernte und 7,32 Proc. Fettsäuren. Man könnte daraus schliessen wollen, dass das Ammoniaksalz zwar auf die Ernährung überhaupt weniger günstig, dagegen gerade auf die Fettbildung günstig wirke. Auch bei einem andern Versuch war die Ernte des weinsauren Ammoniaks fettreich. Dass eine solche Schlussfolgerung aber unrichtig wäre, zeigt der Zusammenhalt mit folgenden Ergebnissen. Bei der Versuchsreihe I betrug die Ernte des mit 1 Proc. weinsaurem Ammoniak und 1 Proc. Weinsäure ernährten Schimmels (d) auf 100 g. Nährlösung

0,106 g. und der Gehalt an Fettsäuren 7,58 Proc., — die Ernte des in 1 proc. Eiweisslösung gewachsenen Schimmels dagegen (k) auf 100 g. Nährlösung 0,172 g. und der Gehalt an Fettsäuren 11,25 proc. Ferner ergaben 100 g. Nährflüssigkeit mit 1 proc. weinsaurem Ammoniak, 1 Proc. Weinsäure und 5 Proc. Rohrzucker (II, c) 0,767 g. Ernte mit 12,35 Proc. Fettsäuren, — dagegen 100 g. Nährflüssigkeit mit 1 Proc. Eiweis und nur 2 Proc. Rohrzucker (I, p) 0,597 g. Ernte mit 18.10 Proc. Fettsäuren (es war dies der höchste in den Versuchen erreichte Fettgehalt). Ich bemerke hiezu, dass Pepton und lösliches Eiweiss sich als Nährstoffe für Schimmel im Allgemeinen gleich verhalten.

Wir haben also bei den eben angeführten Versuchen bezüglich des Vergleiches von Weinsäure und Ammoniak mit löslichem Eiweiss (oder Pepton) drei sich widersprechende Ergebnisse. Ein Mal gibt Weinsäure und Ammoniak ein geringeres Erntegewicht und einen grösseren procentigen Fettgehalt, ein anderes Mal ein geringeres Erntegewicht und einen geringeren Fettgehalt und ein drittes Mal ein grösseres Erntegewicht und einen geringeren Procentgehalt an Fetten. Ohne Zweifel ist in dem zweiten Ergebniss (schwächere Ernährung mit geringerer Fettbildung) die Norm für diejenigen Fälle ausgesprochen, in denen die übrigen Umstände sich gleich verhalten.

In der Versuchsreihe III enthielten die 6 Lösungen bei gleichen und zwar geringen Mengen stickstoffhaltiger Nahrung ungleiche Mengen von Zucker. Da alle anderen Verhältnisse, so weit es in der Macht des Experimentators liegt, gleich waren, so sollte auch, mag der Zucker auf die Fettbildung irgend welchen Einfluss haben, eine seiner Menge entsprechende stätige Aenderung in den Resultaten gefunden werden. Dies war aber nicht der Fall; schon die Erntemenge zeigte die zu erwartende Progression nicht, indem ausnahmsweise die 1,0 procentige Zuckerlösung (c) weniger

Schimmel bildete als die 0,5 procentige (b) und ebenso die 10 procentige (c) weniger als die 5 procentige (d). Ebenso enthielt der vereinigte Schimmel der 0,1 und 0,5 proc. Zuckerlösung (a und b) 15,84 Proc. Fettsäuren, derjenige der 5 proc. Lösung (d) 14,36 und derjenige der 15 proc. Lösung (f) 23,13 Proc. Fettsäuren, während unter gleichen äusseren und inneren Umständen die 5 proc. Lösung nothwendig einen Schimmel mit mittlerem Fettgehalt erzeugen müsste.

Indessen hatten sich schon, während die Versuche dieser Reihe im Gange waren, Störungen, wenn auch nicht in dem Masse wie es wirklich der Fall war, voraus sehen lassen, indem in den Kolben c und e eine verhältnissmässig grössere Menge untergetauchter und eine kleinere Menge schwimmender Schimmelrasen sich befanden als in a, b, d und f. — Diese Versuchsreihe lehrt deutlich, wie vorsichtig man überhaupt bei der Beurtheilung von Pilzkulturen sein muss, und wie nöthig es ist, dass man sich jedes Mal die Frage stelle, ob ein bestimmtes Resultat wirklich von der chemischen Mischung der Nährlösung oder von irgend einer anderen Ursache bedingt wurde. In dem vorliegenden Falle ist es ja unzweifelhaft, dass bei gleichartigem Verlauf der Vegetation das Gewicht der Ernte und der procentige Fettgehalt von a bis zu f stätig hätten zunehmen müssen.

Die nachstehenden Versuche sind von Herrn Dr. O. Löw, Adjunct am pflanzenphysiologischen Institut, beschrieben.

I.

Es ist wohl eine längst beobachtete Thatsache, dass Schimmelvegetation sich auf den verschiedenartigsten organischen Substanzen zu entwickeln vermag, aber über das Verhältniss in welchem der Verbrauch an organischer Materie zu einer gegebenen Menge der gebildeten Pilzmasse steht, über die relativen Mengen, welche in einer gewissen

Zeit von einem Schimmelrasen von bestimmter Grösse verbrannt und über die Mengen Fett, welche aus verschiedenen Materien hiebei gebildet werden, ist noch nichts Näheres bekannt.

Um über diese Fragen Aufschluss zu erhalten, wurden folgende Versuchsreihen angestellt. Die mit Schimmelsporen besäten Nährlösungen enthielten 1 — 3 pC. verschiedener organischer Stoffe und von unorganischen Nährsalzen: 0,1 pC. Dikaliumphosphat, 0,032 pC. schwefelsaure Magnesia und 0,004 pC. Chlorcalcium.

Zur Verhinderung von störender Spaltpilz-Entwicklung diente ein Zusatz von Phosphorsäure und zwar erhielten die Nährlösungen mit weinsaurem und bernsteinsaurem Ammon je 1 pC., die übrigen 0,5 pC.; nur die aus Albumin mit Weinsäure, weinsaurem Ammon mit Weinsäure, und die aus essigsaurem Ammon mit Weinsäure bestehenden erhielten keinen Zusatz, da hier die freie Weinsäure den Spaltpilzen gegenüber hinreichende antiseptische Dienste that.

Die Kolben wurden mit Baumwollpfropf nur locker verschlossen, um Eintritt von Luft und Austritt gebildeter Kohlensäure zu gestatten und waren nur zur Hälfte mit der Nährlösung — von welcher stets 500 cc. angewendet wurden — gefüllt. Sie wurden von Zeit zu Zeit umgeschwenkt um neuem Schimmelrasen Platz zu geben und die obere durch die Schimmelentwicklung verdünnter gewordene Schichte der Nährlösung mit den unteren noch weniger angegriffenen Schichten gleichmässig zu mischen. Die Bewegungen der Schichten verschiedener Concentration machten sich dabei deutlich dem Auge bemerkbar.

Die Ernte wurde nach Ablauf mehrerer Wochen abfiltrirt und bei 100° getrocknet; vom Filtrat wurde behufs Bestimmung des Verbrauchs ein Theil verdunstet und ebenfalls bei 100° getrocknet. Bei der aus essigsaurem Ammon

Tabelle über den Verbrauch und die Fettbildung des Schimmelpilzes. (Penicillium.)

Angewandte Nährlösung	Tage der Vegetationszeit	Verbrauch in grm	Gesammt-Verbrauch in Procenten der angewendeten Nährsubstanz	Ernte in grm	Ernte in Procenten des Gesammt-Verbrauchs	Verbrannt, grm	Verhältniss des Erntegew. zur verbrannten Substanz	Fettsäuren in Procenten des Schimmels	Fettsäuren in Procenten des Total-Verbrauchs
a. Weinsaures Ammon 1%	56	2,82	56,4	0,308	10,9	2,51	1:8,2	6,67	0.727
b. Essigsaures Ammon 1,23%	17	1,96	31,8	0,284	14,5	1,68	1:5,8	nicht best.	—
c. Bernsteinsaures Ammon 1%	48	2,70	54,0	0,534	19,8	1,17	1:4,5	11,11	2,199
d. Weinsaures Ammon 1% und Weinsäure 1%	60	5,19	51,9	0,518	10,0	4,57	1:9,0	7,58	0,758
e. Essigsaures Ammon 0,6% und Weinsäure 1,2%	34	4,42	49,1	0,940	21,2	3,48	1:3,7	nicht best.	—
f. Zucker 4,8% und Salmiak 0,8%	34	7,40	26,4	1,496	20,2	5,91	1:4,0	6,69	1,351
g. Asparagin 1%	56	3,48	69,6	0,795	22,8	2,69	1:3,4	7,06	1,609
h. Leucin 1%	28	3,05	61,0	0,905	29,7	2,15	1:2,3	11,50	3,415
i. Leucin 3%	28	5,25	35,0	1,130	21,5	4,12	1:3,6	nicht best.	—
k. Albumin 1%	52	3,72	74,4	0,861	23,2	2,86	1:3,3	11,25	6,610
l. Albumin 1% u. Weinsäure 1%	52	4,58	45,8	1,124	24,5	3,46	1:3,1	12,22	2,994
m. Albumin 1% und Leucin 1%	48	2,20	22,0	0,563	25,6	1,64	1:2,9	14,92	3,819
n. Pepton 1% und Leucin 1%	55	4,54	44,5	1,101	24,9	3,35	1:3,0	14,83	3,693
o. Leucin 1% und Zucker 2%	51	11,52	76,8	2,873	24,9	8,65	1:3,0	17,66	4,397
p. Eiweiss 1% und Zucker 2%	52	9,08	60,5	2,984	32,8	6,10	1:2,0	18,10	5,937

II.

Bei einer andern, früheren Versuchsreihe wurden Weinsäure und Zucker mit Albumin und Pepton bezüglich der Fettbildung in dem darauf gewachsenen Schimmel verglichen. Die Versuche[5]) waren folgende:

a) 500 g. Wasser, 5 weinsaures Ammon, 5 Weinsäure,
b) 500 g. Wasser, 50 Rohrzucker, 0,5 Phosphorsäure, 5 salpetersaures Kali; nach mehreren Wochen wurden noch 2 g. Salpetersäure zugesetzt,
c) 300 g. Wasser, 15 Rohrzucker, 3 weinsaures Ammon, 3 Weinsäure,
d) 300 g. Wasser, 3 Pepton, 2 Phosphorsäure,
e) 300 g. Wasser, 3 Albumin, 2 Phosphorsäure,
f) wie e, aber statt des gelösten, wurde hier unlösliches Eiweiss verwendet.

Nach Ablauf von zwei Monaten wurde der gebildete Schimmel bei 100⁰ getrocknet gewogen und der Gehalt an Fettsäuren bestimmt. Was Versuch c betrifft, so wurde eine Bestimmung der noch vorhandenen Weinsäure und des Zuckers angeführt, um festzustellen, von welchem Material n dieser Mischung mehr verbraucht wurde. Die Titration ergab, dass noch 0,80 g. Zucker vorhanden waren. Von Gärungs- und organischen Oxydationsprodukten wurde nichts vorgefunden, wenigstens wurde auf Ameisensäure, Oxalsäure, Essigsäure, Buttersäure und Milchsäure vergeblich geprüft. Durch Ausschütteln einer angesäuerten eingedampften Portion mit Aether wurde eine sehr geringe Menge einer öligen, in Wasser schwerlöslichen Substanz erhalten. Eine andere Probe des Filtrats zur Trockne ver-

5) Als Nährsalze dienten hiebei:
0,1 pC. Dikaliumphosphat,
0,016 pC. Magnesiumsulphat,
0,005 pC. Chlorcalcium,
0,017 pC. Ammonsulphat.

bestehenden Nährlösung wurde die unverbrauchte Essigsäure in das Bariumsalz übergeführt und aus dem daraus erhaltenen Bariumsulfat die Essigsäure berechnet.

Da durch die Oxydationstüchtigkeit des Schimmels stets ein sehr erheblicher Antheil Kohlenstoff und Wasserstoff oxydirt wurde, der Stickstoff aber zum grössten Theile als Ammoniak in der Flüssigkeit verblieb, so musste die ursprünglich saure Reaction allmälig in eine neutrale übergehen und dieser Fall trat in der That häufig ein. Bei der Asparagin-Nährlösung war sogar die Reaction schwach alkalisch geworden. Wo die Reaction noch in mässigem Grade sauer war, wurde mit titrirter Natronlösung nahezu neutralisirt und am Trockengewicht die nöthige Correctur angebracht.

Da der Schimmel keine organischen Ausscheidungsprodukte liefert, die er nicht wieder verwenden könnte, und das aus stickstoffhaltigen Körpern vom Schimmel abgespaltene Ammoniak selbst wieder ein guter Baustoff ist, so lange eine verwendbare Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltende Substanz anwesend ist, so konnte wohl ohne erheblichen Fehler das Trockengewicht des Filtrats nach Abzug der Nährsalze und Phosphorsäure als unverbrauchte organische Nährsubstanz angesehen werden.

Unter „Verbrauch" ist hier also die Menge der aus der Nährlösung verschwundenen Substanz verstanden, somit die Summe der Schimmelernte und der durch Oxydation in die Form von Kohlensäure und Wasser (mit einer kleinen Beimengung von Stickstoff) übergegangenen Materie.

Die Fettbestimmung in den Ernten geschah nach der früher erwähnten Methode, welche ich bei der Hefe anwandte [3], nämlich durch Wägung der Fettsäuren (im

---

3) Sitzungsberichte der k. bayr. Academie der Wissenschaften. 4. Mai 1878.

Wesentlichen aus Oelsäure bestehend) nach vorausgegangener Zerstörung der Zellmembran mittelst Salzsäure.

Statt jeden Fall speciell zu beschreiben wurde der Uebersicht halber die beigefügte Tabelle hergestellt, aus welcher das Erntegewicht, der Verbrauch und Fettgehalt [4]) bei verschiedener Ernährung des Schimmelpilzes ersichtlich ist. Die Unterschiede, welche sich aus dem Vergleich zwischen der Menge verbrannter Materie — welche im Allgemeinen um so grösser ist, je sauerstoffreicher die Nährsubstanz bereits ist — und dem Erntegewicht in den verschiedenen Fällen ergeben, sind sehr in die Augen fallend und selbst in dem günstigsten Falle, nämlich der Ernährung mit Eiweiss und Zucker übertrifft die Menge der durch Oxydation verschwundenen Substanz das Gewicht des gebildeten Schimmels um das Doppelte.

Das Verhältniss der Schimmelernte zur verbrannten Substanz ist kein völlig unveränderliches, sondern schwankt zwischen gewissen Gränzwerthen, welche durch Concentration der Nährlösung, stärkeren oder geringeren Luftzutritt, Temperatur, Grad der Ansäuerung, Ruhe oder öfteres Bewegtwerden und andre Factoren bestimmt werden. Indessen dürfen unsere Zahlen — besonders da wo die Concentration der Nährlösung die gleiche war — wohl einen allgemeinen Vergleichswerth beanspruchen, da die wichtigeren Factoren (Temperatur, Luftzutritt) möglichst gleich hergestellt wurden.

4) Das Fett erwies sich stets von einer kleinen Menge Cholesterin begleitet. Es scheint als ob die Bildung beider Substanzen unter denselben Bedingungen zu Stande komme, nämlich durch Zusammentreten von bei der Oxydation übrig bleibenden Resten. Möglicherweise hängt auch im Thierkörper die Entstehung beider aus fettfreien Nahrungsmitteln aufs Innigste zusammen und vielleicht von einander ab. —

Tabelle über den Verbrauch und die Fettbildung des Schimmelpilzes. (Penicillium.)

Angewandte Nährlösung	Tage der Vegetationszeit	Verbrauch in grm	Gesammt-Verbrauch in Procenten der angewendeten Nährsubstanz	Ernte in grm	Ernte in Procenten des Gesammt-Verbrauchs	Verbrannt, grm	Verhältniss des Erntegew. zur verbrannten Substanz	Fettsäuren in Procenten des Schimmels	Fettsäuren in Procenten des Total-Verbrauchs
a. Weinsaures Ammon 1%	56	2,82	56,4	0,308	10,9	2,51	1:8,2	6,67	0.727
b. Essigsaures Ammon 1,23%	17	1,96	31,8	0,284	14,5	1,68	1:5,8	nicht best.	—
c. Bernsteinsaures Ammon 1%	48	2,70	54,0	0,534	19,8	1,17	1:4,5	11,11	2,199
d. Weinsaures Ammon 1% und Weinsäure 1%	60	5,19	51,9	0,518	10,0	4,57	1:9,0	7,58	0,758
e. Essigsaures Ammon 0,6% und Weinsäure 1,2%	34	4,42	49,1	0,940	21,2	3,48	1:3,7	nicht best.	—
f. Zucker 4,8% und Salmiak 0,8%	34	7,40	26,4	1,496	20,2	5,91	1:4,0	6,69	1,351
g. Asparagin 1%	56	3,48	69,6	0,795	22,8	2,69	1:3,4	7,06	1.609
h. Leucin 1%	28	3,05	61,0	0,905	29,7	2,15	1:2,3	11,50	3,415
i. Leucin 3%	28	5,25	35,0	1,130	21,5	4,12	1:3,6	nicht best.	—
k. Albumin 1%	52	3,72	74,4	0,861	23,2	2,86	1:3,3	11,25	6,610
l. Albumin 1% u. Weinsäure 1%	52	4,58	45,8	1,124	24,5	3,46	1:3,1	12,22	2,994
m. Albumin 1% und Leucin 1%	48	2,20	22,0	0,563	25,6	1,64	1:2,9	14,92	3,819
n. Pepton 1% und Leucin 1%	55	4,54	44,5	1,101	24,9	3,35	1:3,0	14,83	3,693
o. Leucin 1% und Zucker 2%	51	11,52	76,8	2,873	24,9	8,65	1:3,0	17,66	4,397
p. Eiweiss 1% und Zucker 2%	52	9,08	60,5	2,984	32,8	6,10	1:2,0	18,10	5,937

II.

Bei einer andern, früheren Versuchsreihe wurden Weinsäure und Zucker mit Albumin und Pepton bezüglich der Fettbildung in dem darauf gewachsenen Schimmel verglichen. Die Versuche[5]) waren folgende:

a) 500 g. Wasser, 5 weinsaures Ammon, 5 Weinsäure,
b) 500 g. Wasser, 50 Rohrzucker, 0,5 Phosphorsäure, 5 salpetersaures Kali; nach mehreren Wochen wurden noch 2 g. Salpetersäure zugesetzt,
c) 300 g. Wasser, 15 Rohrzucker, 3 weinsaures Ammon, 3 Weinsäure,
d) 300 g. Wasser, 3 Pepton, 2 Phosphorsäure,
e) 300 g. Wasser, 3 Albumin, 2 Phosphorsäure,
f) wie e, aber statt des gelösten, wurde hier unlösliches Eiweiss verwendet.

Nach Ablauf von zwei Monaten wurde der gebildete Schimmel bei 100° getrocknet gewogen und der Gehalt an Fettsäuren bestimmt. Was Versuch c betrifft, so wurde eine Bestimmung der noch vorhandenen Weinsäure und des Zuckers angeführt, um festzustellen, von welchem Material n dieser Mischung mehr verbraucht wurde. Die Titration ergab, dass noch 0,80 g. Zucker vorhanden waren. Von Gärungs- und organischen Oxydationsprodukten wurde nichts vorgefunden, wenigstens wurde auf Ameisensäure, Oxalsäure, Essigsäure, Buttersäure und Milchsäure vergeblich geprüft. Durch Ausschütteln einer angesäuerten eingedampften Portion mit Aether wurde eine sehr geringe Menge einer öligen, in Wasser schwerlöslichen Substanz erhalten. Eine andere Probe des Filtrats zur Trockne ver-

5) Als Nährsalze dienten hiebei:
0,1 pC. Dikaliumphosphat,
0,016 pC. Magnesiumsulphat,
0,005 pC. Chlorcalcium,
0,017 pC. Ammonsulphat.

dunstet hinterliess beim Behandeln mit Wasser wenig einer bräunlichen unlöslich gewordenen N-haltigen Materie.

Bei Bestimmung der noch vorhandenen Weinsäure wurde ein Theil (1/4 des Filtrats) mit etwas Kalilösung behufs der Entfernung des Ammoniaks zur Trockne verdunstet, dann die wässrige Lösung mit Essigsäure genau neutralisirt und mit Chlorcalcium gefällt. Aus der erhaltenen Menge des bei 100° getrockneten weinsauren Kalks (0,242 g) berechnete sich, dass die angewandte Weinsäure bis auf 0,767 g. theils zum Aufbau der Vegetation gedient, theils zu Kohlensäure und Wasser verbrannt worden war. Vergleicht man diese Menge mit den ursprünglich vorhandenen 5,49 g. (3 g. als freie Säure und 2,49 g. im Ammontartrat) so ergiebt sich, dass von der Weinsäure noch 13,9 proc. vorhanden waren. Der Zucker aber war, obwohl anfangs in viel grösserer Menge vorhanden, bis auf 6 proc. verzehrt worden.

Was Versuch f betrifft, so hatte sich in Folge der nur äusserst langsam vor sich gehenden Peptonisirung des unlöslichen Eiweisses nach 2 Monaten nicht mehr als 0,2 g. Schimmel gebildet. Dieser erwies sich äusserst fettarm. Ungelöstes Eiweiss war noch vorhanden 2,1 g.

Die bei diesen Versuchen erhaltenen Resultate sind aus folgender Tabelle ersichtlich.

Nährstoffe	Erntegewicht	Procentgehalt an Fettsäuren
a. Weinsaures Ammoniak und Weinsäure . .	0,540	8,08
b. Zucker und Kaliumnitrat	1,448	7,12
c. Zucker, Weinsäure und Ammontatrat . . .	2,301	12,35
d. Pepton	0,524	7,32
e. Albumin (gelöst) . .	0,531	8,79
f. Albumin (unlösliches)	0,200	0,53

III.

Um über den Grad der Fettbildung bei geringem Stickstoff- und steigendem Zuckergehalte der Nährlösung Aufschluss zu erhalten, wurden 6 Nährlösungen à 1 Liter mit gleichem Stickstoff- und Nährgehalt aber steigenden Mengen Rohrzucker (1, 5, 10, 50, 100 und 150 g. auf 1 Liter) mit Schimmelsporen besät. Als Stickstoffquelle diente schwefelsaures Ammoniak und zwar 0,3 g. per Liter; die übrigen Nährsalze waren 2,0 g. Dicalciumphosphat 0,3 g. Schwefelsaure Magnesia und 0,1 g. Chlorcalcium. Ferner erhielt jede Flasche 0,9 g. Phosphorsäure zur Verhinderung der Spaltpilzentwicklung. Die nach 6 Wochen gewogenen Ernten bildeten keineswegs eine mit den Zuckermengen wachsende Reihe, sondern eine ziemlich unregelmässige; nämlich:

	Procente Zucker in der Nährlösung	Erntegewicht
a)	0,1	0,210
b)	0,5	0,305
c)	1,0	0,230
d)	5,0	0,772
e)	10,0	2,700
f)	15,0	2,215

Bei c und e ergab sich also eine viel geringere Ernte, als der wachsende Zuckergehalt erwarten liess, was davon herrührte, dass die Vegetation in den verschiedenen Kolben einen ungleichen Verlauf nahm. Diese beiden Ernten wurden auch weiter nicht berücksichtigt.

Was das Verhältniss des Erntegewichts zum verbrannten Zucker betrifft, so betrug bei a jenes Gewicht 34,3 Proc. des Totalverbrauchs,[6]) bei f. aber nur 8,8 pC. Hier wurde also

6) Bei a wurde der Zuckergehalt durch Titration bestimmt, bei f durch Verdunstung von $^1/_{10}$ des Volums. Die Inversion des Rohrzuckers durch den Schimmelpilz geht verhältnissmässig sehr rasch vor sich. Eine 0,5 g Trockensubstanz entsprechende Menge Schimmelrasen invertirte bei gewöhnlicher Temperatur in 18 Stunden 0,3 g Rohrzucker (in einer 1procentigen Lösung.)

bei grösserer Concentraction auch mehr Substanz für die Einheit des Erntegewichts verbrannt.

Bei der Bestimmung der Fettsäuren wurden die Ernten a und b vereinigt, da sonst die einzelnen Mengen für eine genaue Bestimmung etwas zu gering gewesen wären. Die Resultate waren:

0,505 g.	(a+b)	gaben	0,080	Fettsäuren	15,84 pC.
0,710 g.	(d)	"	0,102	"	= 14,36 pC.
1,228 g.	(f)	"	0,284	"	= 23,13 pC.

Der an Fett reiche Schimmel f war auch verhältnissmässig reich an Cellulose, denn der Stickstoffgehalt betrug nur 2,55 pC., entsprechend 16 pC. Eiweiss. Wenn der Gehalt an Aschenbestandtheilen und „Extractivstoffen" hoch angeschlagen wird, so muss die Cellulose hier noch an 50 pC. betragen haben.

IV.

Um das Verhalten des Schimmels nach völligem Verbrauch der Nährlösung kennen zu lernen, wurden 3 Kolben mit 500 cc. einer 1 procentigen Albuminlösung[7]) beschickt und die Untersuchung nach verschieden langen Perioden vorgenommen. Die Ernte betrug nach 52 Tagen bei der ersten Flasche 0,861 g.[8]) In der Flüssigkeit fanden sich noch circa 15 pC. des angewandten Albumins vor, welches in Pepton übergegangen war, ferner eine erhebliche Menge Ammoniak. Weder Harnstoff noch Harnsäure liessen sich nachweisen, dagegen schienen geringe Spuren von Xanthin vorhanden zu sein.

---

7) Das verwendete lösliche Hühnereiweiss wurde stets vor seiner Verwendung im feingepulverten Zustande mit Chloroform behandelt um es von Lecithin und Fett zu befreien.

8) Dieser Schimmel enthielt 7,57 pC. Stickstoff, während ein auf einer aus Zucker (5 pC.) und saurem Ammontartrat (6 pC.) bestehenden Nährlösung gezogener nur 5,51 pC. gab.

Der Inhalt der zweiten Flasche wurde nach 86 Tagen abfiltrirt, das Erntegewicht betrug 0,864 g und das Eiweiss, respective das daraus gebildete Pepton war nun so gut wie völlig aus der Lösung verschwunden.

Die dritte Flasche wurde 106 Tage nach der Aussaat geprüft. Das Erntegewicht betrug nur 0,708 g, woraus sich im Vergleich mit der zweiten Flasche eine Abnahme ergiebt, welche wahrscheinlich der bereits eingetretenen Involution zuzuschreiben ist. Eine Bildung von salpetriger oder Salpetersäure aus dem Ammoniak liess sich nicht nachweisen, ein Process, den nach Schlösing und Müntz manche Spaltpilzarten (wohl nur in neutraler oder alkalischer Flüssigkeit) zu Stande bringen. Es wäre möglich, dass die Schimmelpilze in geringem Maase die Fähigkeit der Nitritbildung auch besässen, dann aber würde in den sauren Lösungen die gebildete salpetrige Säure auf das Ammoniak unter Zersetzung einwirken. Vielleicht beruht auf diesem Vorgang die Oxydation des Ammoniaks zu Stickstoff und Wasser, welche in geringem Grade bei den Schimmelpilzen statt hat.

V.

Um die bei der Involution vor sich gehende Aenderung der Zusammensetzung des Schimmels genauer zu verfolgen, wurde frischer, auf einer aus Eiweiss (1 pC.) und Zucker (2 pC.) bestehenden Nährlösung gewachsener Schimmelrasen in kleine Stücke zerschnitten und $^3/_4$ der Masse in verdünnte Phosphorsäurelösung von 1 pC. Gehalt gelegt, während $^1/_4$ getrocknet und zur Analyse verwendet wurde; letztres wog 1,456 g. 0,982 g gaben 0,158 Fettsäure = 16,09%. Da diese Fettsäure im Wesentlichen Oelsäure ist, so berechnet sich hieraus = 18,50% neutrales Fett. — 0,474 g. gaben 0,228 Pt = 6,84% N.

Nach 4 Wochen war der der Involution überlassene Schimmel in eine lockere weisse Masse verwandelt, der

frühere compacte Rasen war in einzelne Fäden zerfallen und hatte nicht unerhebliche Mengen von Stoffen an die Flüssigkeit abgegeben, was aus der Bildung eines neuen Schimmelrasens an der Oberfläche hervorging. Dieser wurde abgenommen und vom alten Schimmel getrennt; letztrer abfiltrirt, gewaschen und getrocknet wog nur noch 0,7475 g

0,521 g gaben 0,229 Fettsäure = 43,9%, oder 50,54% neutrales Fett.

0,2265 g gaben 0,043 Pt = 2,69% N.

Es ergiebt sich also hieraus unter Verlust von Eiweiss eine starke Anhäufung von Fett. — Der Schimmel hatte 5/6 seines Gewichtes verloren und zeigte im Wesentlichen folgende Zusammensetzung:

	Vor		Nach
		der Involution	
Albumin	42,7	. . . .	16,5
Fett	18,5	. . . .	50,5
Cellulose*)	38,8	. . . .	33,0

*) incl. Extractiv- und Mineralstoffe.

Nachtrag zur Sitzung vom 1. März 1879.

Herr Volhard legt vor:

Zur Scheidung der Schwermetalle der Schwefelammoniumgruppe von Clemens Zimmermann.

Wenn man die einzelnen Gruppen in der anorganischen chemischen Analyse bezüglich der in ihnen vorhandenen Trennungsmethoden näher in's Auge fasst, so findet man einerseits, dass in keiner derselben eine solche Fülle von Scheidungsmethoden existirt, als in der vierten, sogenannten Schwefelammoniumgruppe, die die Schwermetalle Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink und Uran umfasst, andrerseits aber auch, dass die meisten dieser Methoden unsichere Resultate liefern oder langwierige Manipulationen bedingen, unter die ich vor Allem wiederholte Fällung etc. rechne.

Der Grund dieser Erscheinung liegt wohl hauptsächlich in dem zu unsteten chemischen Charakter und der grossen Aehnlichkeit der in die vierte Gruppe gehörenden Metalle und ihrer Verbindungen. Daraus erklärt es sich auch, dass man seine Zuflucht zu sonst in der Analyse weniger gebräuchlichen Scheidungsmitteln nahm, wie diess die zahlreichen organischen Verbindungen, denen wir in dieser Gruppe begegnen, sind: es gehört hierher vor Allem die

Scheidung des Zinks, das man aus ameisensaurer, essigsaurer, citronensauer, cyankalischer Lösung etc als Schwefelmetall fällte. Auch die Methode, die in Folgendem dargelegt werden soll, beruht auf der Anwendung einer organischen Substanz: des Schwefelcyanammoniums.

Es ist diess eine Verbindung, die bisher in der chemischen Analyse noch sehr wenig Eingang gefunden hat; in der Gewichtsanalyse ist mir nur seine Verwendung im Rivot'schen Verfahren [1]) bekannt, der Kupfer bei Gegenwart einer reducirenden Säure, wie schweflige oder unterphosphorige Säure, durch Rhodanammonium als weisses Kupferrhodanür (CuCNS) fällt, den ausgewaschenen und getrockneten Niederschlag mit Schwefelblumen mengt, nach dem Rose'schen Verfahren im Wasserstoffstrom glüht oder das gefällte Kupferrhodanür bei 100° C. trocknet und wägt; in der Massanalyse fand das Schwefelcyanammonium eine ausgezeichnete Verwendung in den Volhard'schen Titrirmethoden [2]) des Silbers, der Halogene etc. Von den Schwefelcyanmetallen sind nur das Kupferrhodanür, Quecksilberrhodanid, Rhodansilber und Goldrhodanid unlöslich in Wasser, während die Schwefelcyanverbindungen der Metalle der Schwefel-Ammoniumgruppe sämmtlich darin löslich sind. Schwefelcyanzink bildet wasserfreie, farblose Krystalle; Uranrhodanür eine dunkelgrüne, krystallinische Masse; Uranrhodanid leicht in Wasser lösliche Krystalle; Rhodannickel, das man durch Sättigen der Rhodanwasserstoffsäure mit frisch gefälltem Nickelhydroxydul erhält, bildet eine grüne, nicht krystallisirende Flüssigkeit, die zu einem gelben krystallinischen Pulver eintrocknet und sich in Ammoniak mit blauer Farbe löst und daraus blaue Krystalle absetzt; Rhodancobalt, das man durch Lösen von frisch

---

1) Compt. rend. 38.868. J. f. pract. Chem. 62.252.
2) Anal. Chem. u. Pharm. 190.

gefälltem Kobalthydroxydul in Rhodanwasserstoffsäure erhält, bildet eine rothbraune Flüssigkeit, die beim Abdampfen blau wird und eine krystallinische, gelblichbraune Masse abscheidet, die sich mit Ammoniak verbindet; Claus hat es in schönen dunkelvioletten Prismen erhalten; Rhodanmangan bildet ein in Wasser leicht lösliches Salz; Eisenrhodanür ($(CNS)^2 Fe + 3 H^2O$) grosse grüne klinorhombische Prismen, die sich an der Luft rasch verändern; Eisenrhodanid ($(CNS)^3 Fe + 3 H^2O$) endlich eine braunrothe, fast schwarze, krystallinische Masse, die zerfliesslich und in Wasser und Alkohol leicht löslich ist. Claus hat es auch in kleinen würfelförmigen, dunkel schwarzrothen, schwach messinggrün glänzenden Krystallen erhalten. Letztere Verbindung ist die charakteristischste aller Rhodanmetalle; da wir in nachstehenden Methoden vielfach der Bildung dieses Eisenrhodanids begegnen werden, so erwähne ich gleich hier, dass man bei Prüfung auf Spuren von Eisenoxydverbindungen viel Rhodanammonium zusetzen muss, um die blutrothe Farbe hervorzurufen, andererseits bei Prüfung auf Spuren von Rhodanverbindungen viel Eisenoxydsalz zu demselben Zwecke nöthig ist.

I.

Scheidung des Zinks von den übrigen Metallen der Schwefelammoniumgruppe durch Rhodanammonium.

Versetzt man eine Zinkoxydsalzlösung mit secundärem Natriumcarbonat bis zur alkalischen Reaktion der Flüssigkeit und fügt dann Rhodanammoniumlösung zu, so löst sich der vorher entstandene Niederschlag von basischem Zinkcarbonat wieder völlig auf; das gleiche Verhalten zeigen Nickel- und Kobalt-Oxydulsalze; Mangano-, Ferro- und Ferrisalze werden dagegen, durch Natriumcarbonat zur Fällung gebracht, durch zugefügtes Rhodanammonium nicht

dünnten Rhodanammoniumlösung in selbe, spült die Wände des Gefässes (man bedient sich am Besten eines Erlenmeyerschen Kolbens) sorgfältig mit Wasser ab, erwärmt auf circa 60—70° C. und leitet dann einen sehr mässigen Strom von Schwefelwasserstoffgas zu wiederholten Malen nicht zu lange ein, bis der Geruch nach diesem Gase bei einigem Stehen der Flüssigkeit an der Luft nicht mehr verschwindet; während des Einleitens bemerkt man zuerst nur das Auftreten einer milchig weissen Trübung der Flüssigkeit, erst nach längerer Zeit scheidet sich in immer dichter werdenden Wolken Schwefelzink ab. Man lässt sodann die Flüssigkeit in mässiger Wärme stehen, bis sich alles Schwefelzink zu Boden gesetzt hat, die überstehende Flüssigkeit ganz klar geworden ist, was nach ungefähr sechs Stunden eintritt, worauf man filtrirt, das weisse Schwefelzink mit Schwefelwasserstoff- und Rhodanammonium-haltigem Wasser wäscht und trocknet. Das aus der rhodanwasserstoffsauren Lösung gefällte Zinksulfid ist von weisser Farbe, feinpulvrig und filtrirt sich gut; es wird sämmtliches Zink und zwar frei von den übrigen anwesenden Schwermetallen der Schwefelammoniumgruppe abgeschieden; das getrocknete Zinksulfid kann man entweder nach Rose [8]) behandeln, indem man es im Wasserstoffstrom glüht oder man wendet eine Methode an, die mir von Herrn Prof. Dr. Volhard privatim mitgetheilt wurde und sehr scharfe Zahlen gibt. Es beruht selbe auf der Umsetzung von Zinkchlorid in nicht flüchtiges Zinkoxyd, wenn man es mit geschlämmtem Quecksilberoxyd glüht. Man löst also das oben erhaltene Zinksulfid in Chlorwasserstoffsäure, dampft in einer gewogenen Platinschale zur Trockene auf dem Wasserbade ab, setzt reines, alkalifreies, geschlämmtes Quecksilberoxyd im Ueberschusse zu, dampft wieder zur Trockene ein und glüht; das Zinkoxyd bleibt

8) Pogg. Annal. 110, 128.

so völlig rein und ohne Verlust zurück und wird nach dem Erkalten gewogen.

In dem Filtrate von Schwefelzink wird zunächst die Rhodanverbindung mittelst Salpetersäure zerstört, wobei auch etwa vorhandenes Eisen- und Uranoxydulsalz in Oxydverbindungen übergeführt werden. Man nimmt diese Operation am Besten in einem langhalsigem, geräumigen Kolben vor, setzt ihn auf's erwärmte Wasserbad und bringt wenig Salpetersäure zu; nach einiger Zeit tritt die Reaktion ein, indem die vorher roth gefärbte Flüssigkeit farblos wird; man setzt sodann von Neuem Salpetersäure, aber stets nur in kleinen Portionen, zu, bis keine Roth-Färbung und nachfolgende Entfärbung der Lösung mehr auftritt; auf diese Weise gelingt die Zerstörung der Schwefelcyanverbindung ganz gefahrlos und fast stets ohne Abscheidung gelben Perschwefelcyans, während im entgegengesetzten Falle (bei zu raschem und zu grossem Zusatz von Salpetersäure) durch die plötzlich und energisch eintretende Reaktion die Flüssigkeit nicht selten aus dem Gefässe geschleudert wird. Sollte sich gelbes Perschwefelcyan bei dieser Behandlungsweise dennoch abscheiden, so filtrire man dasselbe ab, was sich mit Leichtigkeit und rasch thun lässt. Die in der so behandelten Flüssigkeit vorhandenen Schwermetalle werden nach den hiefür bestehenden Methoden getrennt; für die Trennung des Eisens von Uran und des Eisens von Kobalt und Nickel folgen später neue Methoden, gleichfalls auf ihr Verhalten gegen Rhodanwasserstoff gegründet.

Quantitative Belege.

Bei nachstehenden quantitativen Analysen wurden Lösungen von bestimmtem Gehalte an Zinksulfat, Urannitrat, Nickel- und Kobaltsulfat, Mangano-Chlorid, Eisenammoniakalaun und Ferrichlorid angewendet.

Inhalt in 1 C.C.:

Die Zinksulfatlösung	0,0056	gr. Zinkoxyd
„ Urannitrat- „	0,0038	„ Uranoxyd
„ Nickelsulfat „	0,00607	„ Nickeloxydul
„ Kobaltsulfat „	0,00585	„ Kobaltoxydul
„ Manganochloridlösg.	0,0045	„ Manganoxydul
„ Eisenammoniakalaunlösg.	0,00348	„ Eisenoxyd
„ Ferrichloridlösung	0,0158	„ „

1) Bestimmung des Zinkoxydgehaltes der Zinksulfatlösung nach der neuen Methode:

Angewendet:	Berechnet:	Gefunden:
20 C.C. Lösung	ZnO: 0,1120	0,1118

2) Trennung von Zink und Kobalt:

	Angewendet:	Berechnet:	Gefunden:
a)	je 5 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,0280	0,0282
		CoO: 0,0292	0,0290
b)	je 10 CC. der Lösungen	ZnO: 0,0560	0,0557
		CoO: 0,0585	0,0580
c)	je 20 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,1120	0,1115
		CoO: 0,1170	0,1160
d)	5 C.C. Zink- und	ZnO: 0,0280	0,0276
	20 C.C. Kobaltsalzlös.	CoO: 0,1170	0,1169

3) Trennung von Zink und Nickel:

a)	je 20 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,1120	0,1114
		NiO: 0,1214	0,1210
b)	je 5 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,0280	0,0273
		NiO: —	—

4) Trennung von Zink und Uran:

a)	je 20 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,1120	0,1110
		Ur_2O_3: 0,0760	0,0755

	Angewendet:		Berechnet:	Gefunden:
b)	5 C.C. Zink- und	ZnO:	0,0280	0,0282
	20 C.C. Uranlösung	Ur_3O_8:	0,0760	0,0752
	5) Trennung von Zink und Eisen:			
a)	je 20 C.C. der Lösungen	ZnO:	0,1120	0,1111
	(Eisenchloridlösung)	Fe_2O_3:	0,3160	0,3150
b)	je 20 C.C. der Lösungen	ZnO:	0,1120	0,1122
	(Eisenammoniakalaunlös.)	Fe_2O_3:	—	—
c)	je 5 C.C. der Lösungen	ZnO:	0,0280	0,0272
	(Eisenammoniakalaunlös.)	Fe_2O_3:	0,0174	0,0168
d)	5 C.C. Zink- und	ZnO:	0,0280	0,0275
	20 C.C. Ferrichloridlös.	Fe_2O_3:	—	—
	6) Trennung von Zink und Mangan:			
a)	je 20 C.C. der Lösungen	ZnO:	0,1120	0,1110
		MnO:	0,0900	0,0892
b)	5 C.C. Zink- und	ZnO:	0,0280	0,0274
	20 C.C. Manganlös.	MnO:	0,0900	0,0893

7) Trennung von Zink, Nickel, Kobalt, Eisen, Mangan und Uran:

je 10 C.C. obiger Lösungen	ZnO:	0,0560	0,0552

II.

Scheidung des Eisens von Nickel und Kobalt.

Die bisherigen Trennungsmethoden des Eisens von Kobalt und Nickel sind grösstentheils wenig zuverlässig oder umständlich. Es gibt eine Methode, die auf der Fällbarkeit des Eisenoxyds durch Baryumcarbonat beruht, wobei Kobalt und Nickel in Lösung bleiben; allein es werden hierbei Spuren von letzteren Metallen stets mit niedergeschlagen, auch der Umstand, dass sich die Chloride besser

behandeln lassen als die Sulfate, stört dabei. Ferner benützt man das Verhalten des Eisenoxyds gegen bernsteinsaure Alkalien, die mit Nickel- und Kobaltoxydulsalzen lösliche Verbindungen eingehen, Eisenoxydsalzlösung dagegen fällen, zur Trennung, wobei aber meist auch etwas Kobalt mitgerissen wird. Eine dritte Methode ist auf die ausserordentlich schwierige Löslichkeit von Kobalt- und Nickelsulfür in sehr verdünnter Salzsäure gegründet, worin sich Eisensulfür mit Leichtigkeit auflöst; man setzt zu den durch Schwefelammonium niedergeschlagenen Metallsulfiden sehr verdünnte kalte Chlorwasserstoffsäure und leitet unter wiederholtem Umrühren der Flüssigkeit Schwefelwasserstoffgas ein; es geht hiebei aber stets mit dem Eisen auch etwas der beiden anderen Metalle, besonders von Nickel in Lösung und zwar oft nicht unbedeutende Mengen, wesshalb man das Verfahren wiederholen muss; oft bleibt auch etwas Eisensulfür bei Kobalt- und Nickelsulfür zurück. — Gute Resultate erhält man, aber auch nur bei Wiederholung des Verfahrens, durch die Methoden, die auf der Fällbarkeit des Eisens als Ferrihydroxyd beim Kochen seiner essigsauren Verbindung und ebenso durch Ammoniak bei Gegenwart von Chlor-Ammonium beruhen; in neuester Zeit gab Alexander Classen [9]) eine Methode an, die darauf beruht, dass eine Eisenoxydsalzlösung, mit neutralem Kaliumoxalat und überschüssiger Essigsäure versetzt, selbst nach tagelangem Stehen klar bleibt, während Kobalt- und Nickeloxydulsalze als Oxalate gefällt werden, wobei nur zu bemerken ist, dass eine concentrirte Lösung angewendet werden muss; der erhaltene Niederschlag wird filtrirt und mit Essigsäure gewaschen; da er leicht etwas Eisenoxyd gefällt enthält, besonders, wenn die zu behandelnde Flüssigkeit reich daran ist, so ist Wiederholung des Verfahrens dringend nöthig.

9) Ber. d. deut. chem. Gesellsch. 10. 1316.

Alle angeführten Methoden sind demnach wenig befriedigend, besonders was Einfachheit und Raschheit der Ausführung betrifft. Das Verhalten von Eisenoxyd-, Kobalt- und Nickeloxydul-Salzen gegen Rhodanammonium, wie es Seite 319 geschildert wurde, gestattet eine völlige und rasche Trennung dieser Metalle von einander.

Man versetzt die Lösung, die Eisenoxydsalz und Nickel- oder Kobalt-Oxydulsalz oder beide zugleich enthält, mit Rhodanammoniumlösung im Ueberschuss, wobei die blutrothe Farbe des Eisenrhodanids auftritt; sodann wird in die so behandelte Flüssigkeit tropfenweise secundäre Natriumcarbonatlösung gebracht, bis eben die rothe Farbe des Eisenrhodanids verschwunden ist. Es wird hiedurch alles Eisen als Ferrihydroxyd gefällt, ohne dass Kobalt und Nickel mitfielen oder etwas Eisen mit Nickel und Kobalt in Lösung bliebe; nachdem der Niederschlag in Salzsäure gelöst war, wurde auf etwa vorhandenes Nickel oder Kobalt geprüft; es konnte nicht die geringste Spur nachgewiesen werden. Man lässt das gefällte Ferrihydroxyd sich völlig absitzen, was nach kurzer Zeit geschieht, filtrirt es dann, wäscht mit siedend heissem Wasser, dem etwas Rhodanammoniumlösung zugesetzt ist, tüchtig aus, trocknet, glüht und wägt; es wurde auf etwaigen Alkaligehalt des gefällten Ferrihydroxyds Rücksicht genommen; es erwies sich aber dieses völlig frei von Alkali, was auch die quantitativen Analysen bestätigen. Mit dem Filtrate verfährt man ebenso, wie es bei dem Filtrate von Schwefelzink angegeben wurde (Seite 323) und beobachtet die dort mitgetheilten Vorsichtsmassregeln; zur Trennung von Kobalt und Nickel bediente ich mich der Liebig'schen Methode, die das Nickel mittelst Quecksilberoxyd fällt und dadurch von Kobalt trennt, und erhielt die befriedigendsten Resultate.

Quantitative Belege.

Ich wendete hiebei Kobalt-, Nickelsulfat- und Eisenammoniakalaunlösungen von bestimmtem Gehalte an:

Die Kobaltsulfatlösung	enthielt in 1 C.C.	0,00585 CoO
„ Nickelsulfatlösung	„ „	0,00607 NiO
„ Eisenammoniakalaunlös.	„ „	0,00348 Fe_2O_3.

1) Trennung des Eisens von Kobalt:

Angewendet:	Berechnet:	Gefunden:
a) je 20 CC. der Lösungen	Fe^2O^3: 0,0696	0,0690
	CoO: 0,1170	0,1161
b) je 20 C.C. der Lösungen	Fe^2O^3: 0,0696	0,0690
	CoO: 0,1170	0,1167
c) 40 C.C. Eisen- und	Fe_2O_3: 0,1392	0,1384
5 C.C. Kobaltsalzlösg.	CoO: 0,0293	—
d) 5 C.C. Eisen- und	Fe_2O_3: 0,0174	0,0170
40 C.C. Kobaltsalzlösg.	CoO: 0,2340	0,2335

2) Trennung des Eisens vom Nickel:

a) je 20 C.C. der Lösungen	Fe_2O_3: 0,0696	0,0688
	NiO: 0,1214	0,1211
b) je 5 C.C. Eisen- und	Fe^2O^3: 0,0174	0,0171
20 C.C. Nickelsalzlösg.	NiO: —	—

3) Trennung des Eisens von Kobalt und Nickel:

Angewendet je 20 C.C. obiger Lösungen.

Berechnet:	Gefunden:
Fe^2O^3: 0,0696	0,0689
NiO: 0,1214	0,1200
CoO: 0,1170	0,1151

III.

Scheidung des Eisens vom Uran.

Die Trennung des Eisenoxyds vom Uranoxyd geschah bisher gewöhnlich durch Ammoniumcarbonat [10]), worin sich

10) Pisani compt. rend. 52. 106.

letzteres löst, ersteres aber gefällt wird. Nimmt man aber einen zu grossen Ueberschuss des Ammoniumsalzes, so bleiben auch, oft gar nicht unbedeutende, Mengen Eisenoxyd in Lösung, die sich bei längerem Stehen der Flüssigkeit als ockergelber Niederschlag ausscheiden. Eine andere Trennungsmethode behandelt die Oxyde im Wasserstoff-Strom, wobei das Uranoxyd zu Uranoxydul, das Eisenoxyd zu Metall reducirt wird; man scheidet diese durch verdünnte Salzsäure, worin ersteres nach starkem Glühen unlöslich ist, während sich das metallische Eisen löst (Rose). Rheineck [11]) gab ferner noch eine Methode an, die die Acetate beider Metalle längere Zeit auf dem Wasserbade digeriren lässt, wobei sich das Ferrisalz zersetzt, während Uranacetat unzersetzt bleibt; es schlägt sich hiebei etwas Uranoxyd mit dem Eisenoxyd nieder, was durch siedendes Wasser ausgezogen werden kann.

Diese Methoden sind speziell zur Trennung des Eisen- vom Uran-Oxyd bisher angewendet worden. Die neue Methode beruht auf der völligen Fällbarkeit des Eisenoxyds durch secundäres Natriumcarbonat in einer Lösung, die überschüssiges Rhodanammonium enthält, während Uranoxyd gänzlich in Lösung bleibt. Man bringt die zu behandelnde Flüssigkeit, nachdem man etwa vorhandene Eisen- oder Uran-Oxydulverbindungen in Oxydsalze übergeführt hat, in's Kochen, fügt überschüssige Schwefelcyanammoniumlösung zu und dann nach und nach wässriges kohlensaures Natrium, bis eben die blutrothe Farbe des Eisenrhodanids verschwunden ist; das gefällte Ferrihydroxyd setzt sich rasch flockig ab, wird alsdann filtrirt, mit siedend heissem Wasser gewaschen, bis das Waschwasser keine Reaktion auf Rhodanammonium mehr gibt; nach dem Trocknen wird es geglüht und gewogen. Das Filtrat von obigem Ferrihydroxyd bleibt

11) Rheineck Chem. News. 24. 233.

völlig klar, auch nach 72stündigem Stehen hatte sich nicht die geringste Spur Eisenhydroxyds abgesetzt, noch gab die Flüssigkeit, mit Schwefelammonium behandelt, eine Reaktion auf Eisen. Andrerseits waren im Niederschlage nicht die kleinsten Mengen mitgerissenen Uranoxyds vorhanden; die Scheidung beider Metalloxyde ist auf diese Weise also eine völlige und bedingt nicht doppelte Fällung.

Das Filtrat, das Uranoxyd gelöst enthält, wird zunächst mit Salpetersäure behandelt, um die Rhodanverbindung zu zerstören, (Siehe noch S. 323), alsdann mit Ammoniak neutralisirt und mit Schwefelammonium das Uranoxyd gefällt [12]); der entstandene Niederschlag von Uranoxysulfuret wird gekocht [13]), wodurch er in Schwefel und Uranoxydul zerfällt, dann filtrirt, getrocknet, geglüht und schliesslich das Uran als Uranoxyduloxyd gewogen oder im Wasserstoffstrom in möglichst starker Hitze in Uranoxydul übergeführt, wobei auch während des Erkaltens noch ein starker Strom dieses Gases einzuleiten ist. — Die Methode, das Uran mittelst Ammoniak allein zu fällen (als Uranoxydammoniak), wurde desshalb umgangen, da der entstehende Niederschlag stets alkalihaltig wird und die Entfernung der fixen Alkalien umständliche Arbeit erfordert. — Eben beschriebene Methode der Scheidung des Eisens vom Uran zeichnet sich vor den bisher gebräuchlichen durch Schnelligkeit der Ausführung und Vollständigkeit der Trennung aus.

Quantitative Belege.

Die Eisenchloridlösung, die bei diesen Analysen angewendet wurde, enthielt in 1 C.C. 0,0158 Eisenoxyd, die Urannitratlösung in 1 C.C. 0,0038 Uranoxyd.

---

12) H. Rose Zeitschr. f. a. Ch. 1. 411.
13) Remelé Zeitschr. f. a. Ch. 4. 385.

Angewendet:	Berechnet:		Gefunden:
a) je 5 C.C. der Lösungen	Fe^2O^3:	0,0790	0,0782
	U^2O^3:	0,0190	0,0182
b) je 10 C.C. der Lösungen	Fe_2O_3:	0,1580	0,1572
	U_2O_3:	0,0380	0,0370
c) je 20 C.C. der Lösungen	Fe^2O^3:	0,3160	0,3151
	U^2O^3:	—	—
d) 5 C.C. Eisen- und	Fe^2O^3:	0,0790	0,0783
40 C.C. Uranlösung	U^2O^3:	0,1520	0,1509

e) Es wurden angewendet 0,2545 Gr. Eisenammoniakalaun und 40 C.C. obiger Uranlösung.

	Berechnet:	Gefunden:
Fe^2O^3:	0,0422	0,0414
U^2O^3:	0,1520	0,1522

IV.

Zur Fällung des Uranoxyds mittelst Ammoniak.

Hat man in der Flüssigkeit, aus der das Uranoxyd abgeschieden werden soll, keine fixen Alkalien, so fällt man am Besten das Uranoxyd mittelst Ammoniak; bei einigen Versuchen beobachtete ich hierbei, dass der Grad der Verdünnung der zu fällenden Flüssigkeit grossen Einfluss auf die Fällbarkeit desselben übe; bei sehr grosser Verdünnung erhielt ich nämlich durch Ammoniak gar keine Fällung mehr; um nun die Grenzen der Verdünnung zu bestimmen, wurde eine Urannitratlösung dargestellt, die in 1 C.C. 0,0544 gr. Salz oder 0,031086 Uranoxyd enthielt. Mit dieser Lösung wurden folgende Versuche angestellt:

I. Angewendet: 5 C.C. der Lösung; diese wurden auf 100 C.C. verdünnt; 1 C.C. enthielt also = 0,00155 U_2O_3. Das Uranoxyd wurde leicht und völlig durch Ammoniak gefällt.

II. Angewendet: 5 C.C. verdünnt auf 200 C.C.; 1 C.C. = 0,0007 U_2O_3, es trat durch Ammoniak keine Fällung, sondern nur sehr starke Gelbfärbung ein. Ich liess die Lösung drei Tage stehen, um zu beobachten, ob die Länge der Zeit der Einwirkung Einfluss habe, aber nicht der geringste Niederschlag entstand. Ich versuchte nun, ob nicht Zusatz von Ammoniaksalzen die Fällung befördere oder gar erst hervorrufe, und in der That, sobald in sehr verdünnte, durch reines Ammoniak nicht mehr gefällte Uranoxydsalzlösungen Chlorammonium gebracht wurde, bildete sich der Niederschlag und setzte sich nach kurzer Zeit flockig zu Boden; die abfiltrirte Flüssigkeit war frei von Uran; ich brachte auf solche Weise in obiger Löung II, nachdem selbe 3 Tage gestanden war, durch Zusatz von Salmiak des Uranoxyd zur Fällung; selbst wenn die Lösung auf 400 C.C. verdünnt wurde, der Cubikcentimeter also 0,00038 Gr. Uranoxyd enthielt, gelang diess. Ich konnte eine solche Verdünnung der Lösung anwenden, dass 1 C.C. nur 0,00008 Uranoxyd enthielt, und erzielte noch völlige Fällung durch Ammoniak bei Gegenwart von Salmiak; diess war aber die äusserste Grenze der Verdünnung.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass Salmiak wesentlich die Fällung des Uranoxyds durch Ammoniak befördert, bei grosser Verdünnung der zu behandelnden Lösung sogar erst hervorruft, wesshalb es sich empfiehlt, von Anfang an der Uranoxydsalzlösung Salmiak zuzusetzen, wodurch zeitraubendes Eindampfen und Concentriren der Flüssigkeit dann meist unnöthig ist.

Nachträglich zur Sitzung vom 1. März 1879.

Herr J. Volhard legt vor:

„Zur Scheidung und Bestimmung des Mangans."

Titrirung des Mangans mit Permanganat.

Manganoxydulsalze geben bekanntlich mit Permanganat einen Niederschlag, welcher das Mangan sowohl aus dem Oxydulsalz als auch aus dem Permanganat enthält; seine Zusammensetzung wird von verschiedenen Forschern verschieden angegeben. Fromherz [1]), der diese Reaction zuerst beschreibt, hält den Niederschlag für Oxyd. Nach Gorgeu [2]) hat er die Zusammensetzung $5\,(MnO_2) + MnO$ und verwandelt er sich durch Digestion mit Permanganatlösung in Hyperoxyd. Aus einer neutralen und sehr verdünnten Lösung von Manganosulfat bei etwa 80° C. soll nach Guyard [3]) alles Mangan entsprechend der Gleichung

$$3\,MnOSO_3 + K_2O.Mn_2O_7 = K_2O.SO_3 + 2\,SO_3 + \frac{(MnO)_3}{Mn_2O_7}$$

als Manganoxydulpermanganat in gewässertem Zustand von der Zusammensetzung $MnO_2 \cdot H_2O$ niederfallen und Guyard gründet hierauf ein Verfahren zur Titrirung des Mangans, von welchem er selbst sagt, es sei „rapide et exacte": Der sehr verdünnten neutralen oder nahezu neutralisirten

---

1) Gmelin Handbuch 4. Aufl. **2**, 642.

2) Annales chem. phys. [3] **66**, 160.

3) Bulletin de la soc. chim. de Paris [2] **1**, 88.

Lösung des Mangansalzes, welche bis nahe zum Sieden erhitzt ist, wird eine titrirte Lösung von Permanganat allmälig zugesetzt bis das Stehenbleiben der Rosafarbe einen minimalen Ueberschuss von Permanganat anzeigt. Guyard gibt keinerlei Zahlenbelege für die Genauigkeit des Verfahrens, seine Angaben wurden aber bestätigt durch Habich[4]) der den Vorschlag Guyard's im Fresenius'schen Laboratorium einer experimentellen Prüfung unterwarf. Ganz neuerdings ist das gleiche Verfahren zur Bestimmung des Mangans wiederum von Morawski und Stingl[5]) empfohlen worden. Nach den Angaben der beiden letztgenannten wäre der durch Permanganat in einer neutralen Lösung von Manganchlorür erzeugte Niederschlag eine hydratische Verbindung von Manganhyperoxyd mit Kali, für welche sie die Formel $Mn_4 KH_3 O_{10}$ aufstellen.

Ich habe gefunden, dass mit dem Guyard'schen Titrirverfahren nur ungenaue Resultate erhalten werden, weil seine Grundlage nicht richtig ist; das nach Guyard erhaltene Hyperoxyd enthält nämlich immer Manganoxydul und zwar je nach den Umständen wechselnde Mengen. Indem ich die Bedingungen ermittelte unter welchen constant eine von niederen Oxyden des Mangans vollkommen freie Hyperoxydverbindung gefällt wird, ist es mir jedoch gelungen jenes Titrirverfahren durch eine kleine Modification vollkommen brauchbar und verlässig zu machen.

Wenn man Permanganatlösung in die verdünnte heisse Lösung eines neutralen Manganoxydulsalzes, Sulfat oder Chlorür, eintropft, so entsteht ein erst gelbbrauner, danach brauner Niederschlag, der bei kräftigem Schütteln oder Rühren in der Regel zu grossen braunen Flocken zusammengeht und sich rasch zu Boden setzt. Die Flüssigkeit wird

4) Zeitschr. f. analyt. Chemie. 8, 474.
5) Journal f. pract. Chem. [2.] 18, 96.

klar und, so lange noch Manganoxydul in Lösung ist, farblos. Diese Scheidung des Niederschlags von der Flüssigkeit erfolgt um so leichter je mehr man sich bei fortgesetztem Eintröpfeln von Permanganatlösung dem Punkt der völligen Ausfüllung des Mangans nähert. Zuletzt zeigt die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit deutlich die Rosafarbe des Permanganats. Lässt man jetzt die Mischung ruhig stehen, so erhält sich die Rosafärbung für einige Zeit; es dauert 10 Minuten oder 1/4 Stunde bis die Flüssigkeit entfärbt ist. Schüttelt man tüchtig um, so verschwindet die Farbe in einigen Secunden; ein weiterer Tropfen Permanganatlösung bringt die Rosafarbe wieder hervor und beim Schütteln verschwindet sie aufs Neue; auch beim Digeriren in gelinder Wärme tritt nach einigen Minuten Entfärbung ein. Wenn man fortfährt, tropfenweise Permanganatlösung zuzusetzen und anhaltend zu schütteln, so kann man die Rosafärbung noch einigemal zum Verschwinden bringen, die Flüssigkeit entfärbt sich aber nicht mehr vollständig, sondern behält einen bräunlichen Farbenton, welcher allmälig stärker wird und in Braunroth übergeht; es ist dasselbe Braunroth, welches man gelegentlich beobachtet, wenn beim Titriren von Oxalsäure mit Permanganat nicht genügend Säure zugesetzt wurde. Die nunmehr undurchsichtige Flüssigkeit klärt sich auch bei längerem Stehen und beim Erwärmen nicht mehr; es ist daher unmöglich zu sehen, ob die Farbe der Flüssigkeit angehört oder dem suspendirten Niederschlag; man kann jetzt einen grossen Ueberschuss von Permanganatlösung zugeben, ohne dass die Permanganatfarbe deutlich hervorträte. Ein entschiedenes Ende der Titrirung d. h. das bestimmte, deutliche Hervortreten und Stehenbleiben der Rosafarbe des Permanganats ist so in keiner Weise zu erreichen.

Setzt man nur so lange Permanganatlösung zu, bis

die Flüssigkeit nach mehrmaligem Umschwenken deutlich rosa gefärbt ist und ihre Farbe bei ruhigem Stehen 5—10 Minuten lang behält, so braucht man erheblich weniger Permanganat als zur Ausfällung des Mangans nöthig wäre, wenn dasselbe als Hyperoxyd niederfiele. Wird der so erhaltene Niederschlag abfiltrirt und mit verdünnter Salpetersäure oder Schwefelsäure erwärmt so nehmen diese Manganoxydul aus demselben auf.

Wenn man die Mangansalzlösung vor dem Zusatz des Permanganats mit einigen Tropfen Salpetersäure sauer macht, so braucht man bis zum Eintritt der rothen Färbung etwas mehr Permanganat als bei Anwendung einer neutralen Lösung, aber immer noch nicht die für Bildung von Hyperoxyd berechnete Menge. Der Niederschlag erweist sich auch hier oxydulhaltig, die Rosafarbe bleibt nicht stehen und der Endverlauf ist ganz der nämliche wie bei der neutralen Lösung, was eigentlich selbstverständlich ist, da ja aus dem neutralen Salz bei der Reaction zwei Drittel der Säure frei wird.

Dies ist der Verlauf der Oxydation eines reinen Mangansalzes; es liegt auf der Hand, dass derselbe bei seinem unbestimmten Ausgang für eine genaue Titrirung sich nicht eignet. Günstiger gestaltet sich das Ende der Reaction wenn neben Manganoxydul andere nicht oxydirbare Metalloxyde vorhanden sind. Wird die Mangansalzlösung mit etwas Kalk-, Magnesia-, Baryt- oder Zinksalz versetzt und dann in der Wärme allmälig mit Permanganat gefällt, so tritt zuletzt deutlich und bleibend die Farbe der Uebermangansäure hervor; der Hyperoxydniederschlag scheidet sich noch leichter von der Flüssigkeit, letztere wird nach mehrmaligem Umschwenken rasch wieder völlig wasserklar, so dass man die Schlussfärbung fast ebenso scharf und sicher erkennt wie bei der Titrirung von Eisenoxydul mit Permanganat, und wenn endlich die Flüssigkeit nach

öfterem Umschütteln einmal rosa geblieben ist, so behält sie die Farbe auch bei mehrtägigem Stehen, bei anhaltendem Schütteln, oder bei längerer Digestion in gelinder Wärme. Man kann die Mischung eine halbe Stunde lang dem Sieden nahe erhalten, ohne dass die Farbe verschwindet; Kochen ist dabei zu vermeiden, denn beim Kochen verliert der Niederschlag seinen flockigen Zusammenhang und vertheilt sich der Art in der Flüssigkeit, dass deren Farbe nicht mehr zu unterscheiden ist.

Man kommt also hier — wenn die Mangansalzlösung andere Metallsalze enthält — zu einem vollkommen sicheren und unverkennbaren Abschluss der Oxydation, und dem entsprechen auch die Zahlenresultate: man braucht ganz genau die unter Voraussetzung der Fällung von Hyperoxyd berechnete Menge von Permanganat.

Bezüglich des Permanganatverbrauchs ist es hierbei gleichgültig, ob die Lösung des Mangansalzes neutral oder angesäuert war.

Ebenso wie die genannten wirken die Salze aller stark basischen Metalloxyde, sofern letztere nicht selbst schon oxydirt werden; nur die Salze der Alkalien machen eine Ausnahme. Bei Gegenwart einer genügenden Menge von Alkalisalz gelingt es zwar auch die Titrirung zu Ende zu führen und der Permanganatverbrauch ist gleich dem für Hyperoxydfällung berechneten, aber gegen Ende geht die Entfärbung mit äusserster Langsamkeit und nur bei anhaltendem Schütteln oder längerer Digestion in der Wärme vor sich; der Verlauf ist der nämliche wie ohne Alkalisalz, nur mit dem Unterschied dass der Niederschlag sich immer wieder absetzt und die Flüssigkeit klar wird.

Der durch Permanganat bei Gegenwart der genannten Metallsalze erzeugte Niederschlag enthält Manganhyperoxyd in chemischer Verbindung mit der Basis des zugesetzten Salzes, ferner Wasser und kleine Mengen Kali, welche

durch Wasser nicht ausgewaschen werden. Er bildet voluminöse Flocken von brauner Farbe, welche je nach der Natur des begleitenden Metalloxyds heller oder dunkeler, mehr in's Rothe oder mehr in's Schwarze übergeht. Kupferoxydhaltiges Hyperoxyd ist dunkelbraunschwarz; zinkoxydhaltiges aus Sulfatlösung gefällt ist rothbraun, aus Chlorid lösung dagegen fast fuchsroth. Verdünnte Schwefelsäure oder Salpetersäure entziehen dem Hyperoxyd die begleitenden Metalloxyde selbst in der Wärme nicht vollständig und nicht ohne dass Spuren von Manganoxydul mit in Lösung gingen.

Die vorbeschriebenen Erscheinungen sind leicht verständlich aus der bekannten Natur des Manganhyperoxydhydrats. Man weiss, dass dieser Körper die Eigenschaften einer Säure hat; einer Säure, welche zwar wie es scheint Verbindungen in sehr wechselnden Verhältnissen bildet, auch ihrer Unlöslichkeit wegen sich nicht sofort als starke Säure zu erkennen gibt, welche aber aus Sulfaten und Chloriden Schwefelsäure oder Salzsäure frei macht, indem sie sich mit den Basen dieser Salze verbindet. Die Alkalisalze des Hyperoxyds in Berührung mit den Salzen von Schwermetallen erleiden doppelte Zersetzung, indem sie das Leichtmetall gegen Schwermetall austauschen. Der Säurecharakter ist in der That so unverkennbar, dass Gorgeu (a. a. O.), der zuerst auf dieses Verhalten aufmerksam machte, das Manganhyperoxyd als acide manganeux bezeichnet. Scheidet sich nun das Hyperoxyd in der Lösung eines Manganoxydulsalzes ab, so verbindet es sich mit Manganoxydul. Aus der reinen neutralen Lösung des Mangansalzes fällt daher immer ein Hyperoxyd welches Manganoxydul enthält; dieses Oxydul wird aber, weil unlöslich, durch Permanganat nur sehr langsam oxydirt, wobei das aus dem äusserst verdünnten Permanganat entstehende Hyperoxyd so fein zertheilt auftritt, dass es sich nicht

mehr von der Flüssigkeit scheidet. Schon Gorgeu (a. a. O.) macht auf diesen Zustand äusserster Zertheilung des Hyperoxyds aufmerksam; die Gelegenheit denselben zu beobachten bietet sich jedem der gefälltes Hyperoxyd mit reinem Wasser durch Decantiren auszuwaschen versucht Ein Zusatz von Alkalisalzen bewirkt dass der Niederschlag sich von der Flüssigkeit scheidet wie dies ja auch bei vielen andern feinpulverigen Körpern z. B. beim Berlinerblau der Fall ist. Bei Gegenwart einer genügenden Menge von Alkalisalz lässt sich daher das Ende der zuletzt äusserst langsam verlaufenden Oxydation an der Farbe der Flüssigkeit erkennen, was ohne diesen Zusatz nicht möglich ist, weil das Hyperoxyd suspendirt bleibt.

Durch Säuren wird dem Manganosalz des Hyperoxyds Manganoxydul entzogen; hierauf beruht die Darstellung des Hyperoxydhydrats nach Berthier [6]). Das Ansäuern der Mangansalzlösung erschwert daher das Mitfallen von Oxydul und steigert dadurch den Verbrauch an Permanganat. Um jedoch das Hyperoxydhydrat ganz frei von Oxydul zu erhalten, muss man dasselbe mehrfach wiederholt mit einer wenigstens 10 procentigen Salpetersäure auskochen; es ist daher nicht zu verwundern, dass sich bei der Titrirung mit Permanganat die Menge der Säure nicht genügend steigern lässt um das Mitfallen von Oxydul ganz zu verhindern.

Bietet man dagegen dem niederfallenden Hyperoxydhydrat eine andere Basis dar, mit welcher es ein Salz bilden kann, so tritt diese an die Stelle des Manganoxyduls, der Niederschlag fällt frei von Manganoxydul und enthält dann Sauerstoff und Mangan, abgesehen vom Wasser und der mitfallenden Basis, genau in dem Verhältniss wie im Hyper-

---

6) Gmelin Handbuch 4. Aufl. 2, 634.

oxyd; die zur Ausfällung nöthige Menge Permanganat muss daher auch der für Hyperoxyd berechneten genau gleich sein. In der gleichen Weise, durch Zusatz eines Zinksalzes, ist es Kessler [7]) gelungen bei der Ausfällung des Hyperoxyds aus essigsaurer Lösung mit Brom das Mitfallen von Oxydul zu verhüten.

Durch diese kleine Modification, Zusatz eines anderen Salzes dessen Bestandtheile durch Permanganat keine Oxydation erleiden, erhält die maassanalytische Bestimmung des Mangans mit Permanganat einen solchen Grad von Genauigkeit und Verlässigkeit, dass man sie ohne Bedenken als die beste aller Methoden zur Bestimmung des Mangans, maass- wie gewichts-analytischen, empfehlen kann; dabei ist sie einfach und rasch auszuführen, ich zweifle daher nicht dass sie namentlich den technischen Chemikern in hohem Grade willkommen sein wird.

Zur Ausführung dieser Titrirung wird die neutrale Lösung des Mangansalzes so weit verdünnt, dass 1000 cc nicht über 5 g Mangan enthalten, mit 2—3 Tropfen reiner Salpetersäure (1,2 sp. G.) angesäuert und in einer langhalsigen Kochflasche zum Sieden erhitzt. Man nimmt dann den Kolben vom Feuer und lässt unter häufigem Umschwenken eine Permanganatlösung von bekanntem Wirkungswerth aus der Gay-Lussac'schen Burette eintropfen bis die Flüssigkeit deutlich rosa gefärbt ist und diese Farbe bei häufigem Umschütteln nicht wieder verliert. Reinen Mangansalzen ist etwa 1g Zinkvitriol für je 0,1 Mangan zuzusetzen.

Zu den nachstehenden Titrirungen, welche die Genauigkeit meines Verfahrens belegen, dienten Manganvitriol- oder Chlorür-Lösungen von bestimmtem Gehalt; ich habe zugleich einige Titrirungen mit reinem Mangansalz ohne Zusatz

7) Zeitschrift f. analyt. Chemie 18, 4.

anderer Salze (a, b, h, i) aufgeführt um mein absprechendes Urtheil über das ursprüngliche Guyard'sche Verfahren zu begründen.

1 CC. Permanganat entspricht 0,00451 Gm. $MnSO_4$

Angewendet 10 CC. Manganvitriollösung enthaltend: 0,08775 Gm. $MnSO_4$

	gebraucht Permanganat CC.	gefunden
a) neutral ohne Zusatz	1) 18,0	0,0812 Gm. $MnSO_4$
	2) 18,2	0,0821 „
b) mit 3—4 Tropfen Salpetersäure (1,2 Sp. G.)	3) 18,4	0,0830 „
	4) 18,6	0,0839 „
	5) 18,3	0,0825 „
	6) 18,7	0,0843 „
	7) 18,2	0,0821 „
c) neutral, mit etwa 1 Gm. Zinkvitriol	8) 19,4	0,0875 „
	9) 19,4	0,0875 „
d) mit 3—4 Tropfen Salpetersäure und 1 Gm. Zinkvitriol	10) 19,3	0,0870 „
	11) 19,4	0,0875 „
	12) 19,4	0,0875 „
e) mit 3—4 Tropfen Salpeters. u. 0,8—2,4 Gm. Bittersalz	13) 19,4	0,0875 „
	14) 19,4	0,0875 „
	15) 19,3	0,0870 „
	16) 19,4	0,0875 „
	17) 19,4	0,0875 „
f) mit 3—4 Tropfen Salpeters. u. 2—4 Gm. salpetersaurem Baryt	18) 19,4	0,0875 „
	19) 19,5	0,0879 „
	20) 19,5	0,0879 „

1 CC. Permanganatlösg. entspricht 0,00444 Gm. MnSO4
Angew. 10CC. Manganvitriollng. enth.: 0,09675 „

	gebraucht Permanganat CC.		gef.	
g) mit 3—4 Tropfen Salpeters. u. 3—5 Gr. Salpeter	21)	21,7	0,0963	„
	22)	21,6	0,0959	„
	23)	21,7	0,0963	„

---

1 CC. Permanganat entspricht 0,0037633 $MnCl_2$

Angew. 10 CC. Manganchlorürlsng. enth.:
0,0678 Gm. $MnCl_2$

h) neutral ohne Zusatz	24)	16,7	0,0628	„
	25)	16,8	0,0632	„
i) mit 3—4 Tr. Salpeters.	26)	17,0	0,0640	„
	27)	17,0	0,0640	„
k) neutral mit 1 Gm. Zinkvitriol	28)	18,0	0,0677	„
	29)	17,9	0,0674	„
l) mit 3—4 Tr. Salpeters. u. 1 Gm. Zinkvitriol	30)	17,9	0,0674	„
	31)	17,9	0,0674	„

Titerstellung der Permanganatlösung.

Die Permanganatlösung zur Titrirung des Mangans stellt man dar durch Auflösen reiner glänzender Krystalle von Kaliumpermanganat; durch ein oder zweimaliges Umkrystallisiren des käuflichen Salzes, welches gewöhnlich schon sehr rein ist, sind diese leicht zu erhalten. Für die Bestimmung grösserer Mengen von Mangan gibt man der Lösung zweckmässig eine solche Concentration, dass 1 cc. etwa 5 Mgrm. Mangan anzeigt; handelt es sich um sehr kleine Mengen, so nimmt man die Lösung verdünnter, 1 cc. etwa 1 mgr. Mangan anzeigend. Man hat

im ersten Falle 9,575 Gm., im zweiten 1,915 Gm. Permanganat für je ein Liter Lösung abzuwägen.

Da die Permanganatlösung nicht ganz unveränderlich ist, so muss man mit Hülfe eines Reductionsmittels von bekannter Zusammensetzung ihren Oxydationswerth bestimmen. Unter den seither zu diesem Zweck üblichen Mitteln ist jedoch keines welches so ganz befriedigte. Am häufigsten wird, auf die Empfehlung des Altmeisters der Titrirkunst hin, das schwefelsaure Eisenoxydulammoniak, das „Eisendoppelsalz", angewendet. Ich finde dass die Zusammensetzung dieses Salzes keineswegs so verlässig ist als man gewöhnlich annimmt. Ich habe wenigstens noch kein solches Salz unter Handen gehabt, das bei der Prüfung mit Schwefelcyankalium [8]) nicht eine sehr deutliche Oxydreaction gegeben hätte; namentlich das nach Mohr's Vorschrift durch gestörte Krystallisation erhaltene pulverige Salz gab mir immer einen zu hohen Titer der Permanganatlösung und nahm bei der Aufbewahrung allmälig an Reductionsvermögen ab. Diese Aenderung in der Zusammensetzung des Doppelsalzes kann sehr leicht übersehen werden, wenn sie zufällig gleichen oder nahezu gleichen Schritt hält mit der Abnahme des Oxydationsvermögens, welche bei der Permanganatlösung mit der Zeit

8) Wenn man mit Schwefelcyankalium kleine Mengen von Oxyd in einer Lösung von Eisenoxydulsalz entdecken will, so muss man viel von dem Reagens zusetzen; mehrere Cubikcentimeter bewirken oft eine starke Röthung, wo man mit einem Tropfen Schwefelcyankaliumlösung keine Reaction wahrnahm oder eine so geringe, dass die Menge des Oxyds verschwindend klein schien; umgekehrt wird eine Spur gelösten Schwefelcyanmetalls durch viel Eisenoxydlösung sehr deutlich angezeigt, während mit einem Tropfen die Reaction ausblieb. Die Lösung des frisch geschmolzenen reinen Schwefelcyankaliums wird durch reine Salzsäure nicht im Mindesten geröthet; die Schwefelcyanammoniumlösung färbt sich dagegen mit Salzsäure in der Regel schwach röthlich.

einzutreten pflegt. Die unrichtige Titerstellung mit Eisendoppelsalz hat mir die Arbeit von Wochen unbrauchbar gemacht und ich bin überzeugt, dass der auffallende Widerspruch zwischen den Resultaten meiner Versuche und den Angaben von Morawski und Stingl hauptsächlich auf eine unrichtige Titerstellung des Permanganats von Seiten jener Forscher zurückzuführen ist, denn auch sie verwendeten hierzu das Doppelsalz. Reiner und sehr viel beständiger als das pulverige Salz fand ich die grösseren durchsichtigen Krystalle.

Die Titerstellung mit metallischem Eisen ist umständlich und ihr Resultat allzusehr von der Sorgfalt der Ausführung abhängig.

Oxalsäure und oxalsaure Salze, namentlich das oxalsaure Natron das so leicht vollkommen rein und trocken erhalten werden kann, lassen bezüglich der Genauigkeit der Titerstellung Nichts zu wünschen übrig, sie haben jedoch mit den Eisenoxydulsalzen den Nachtheil gemein, dass sie in verdünnter Lösung nicht ganz beständig sind, daher für jede Titercontrole abgewogen werden müssen; ausserdem ist ihre Wirkung auf Permanganat eine sehr langsame.

Ich habe vor einiger Zeit [9]) die auf Silber eingestellte Lösung von Schwefelcyanammonium für die Titerstellung des Permanganats empfohlen, da ich bei einigen Versuchen sehr genau übereinstimmende Resultate bekommen hatte. Wiederholte Versuche haben mir gezeigt, dass bei wechselnden Verhältnissen der Verdünnung, des Säurezusatzes, der Temperatur kleine Schwankungen in den zur Oxydation einer gegebenen Menge von Rhodanammonium nöthigen Permanganatmengen eintreten; das Rhodanammonium ist daher für den gedachten Zweck nicht zu brauchen.

Es liegt nahe den gleichen Körper, welcher mit der Permanganatlösung gemessen werden soll, auch zur Titer-

9) Liebig's Annalen 190, 60.

stellung zu verwenden, den Titer also auf ein reines Manganoxydulsalz zu stellen. Dies bereitet man am raschesten aus Permanganat, das man in heissem Wasser auflöst und durch Einleiten von schwefliger Säure oder durch Abdampfen mit reiner Salzsäure reducirt. Es ist nicht gut die Reduction mittelst Weingeist und Säure zu bewirken, da das auf diese Weise erhaltene Salz, wenn man es nicht durch starke Glühhitze wieder nahezu völlig zersetzt, immer Reste von organischer Substanz zurückhält, welche bei der Titrirung in neutraler Lösung die Scheidung des Hyperoxydniederschlags von der Flüssigkeit verhindern. Das erhaltene Oxydulsalz wird, nachdem der Säureüberschuss durch Abdampfen grösstentheils entfernt ist, mit kohlensaurem Ammoniak gefällt. Das niedergefallene Carbonat lässt man absitzen, wäscht es mit Wasser aus und löst es dann in verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, so dass die Säure vollständig neutralisirt wird und ein kleiner Rest des Carbonats ungelöst zurückbleibt. Aus dem Gewicht des angewendeten Permanganats kennt man annähernd die Menge des erhaltenen Mangansalzes, man verdünnt mit Wasser soweit, dass 1 Liter der Lösung etwa 4—5 g Mangan enthält. Um den Gehalt der Lösung genau zu bestimmen, wird ein mit der Pipette abgemessenes Volum in einer gewogenen Platinschaale zur Trockne abgedampft und der Rückstand in der bedeckten Schaale mehrere Stunden lang mässig erhitzt; es hinterbleibt wasserfreies Sulfat (Mn SO4) dessen Gewicht nach genügendem Erhitzen vollkommen constant ist. Im Gegensatz zu den Angaben H. Rose's [10]) finde ich die Bestimmung des Mangans in der Form von Sulfat vollkommen verlässig; in den meisten Fällen scheint sie mir zugleich das einfachste Verfahren der Gewichtsbestimmung zu sein. Ich habe dieselbe vielfach angewendet

10) Handbuch 6. Aufl. ed. Finkener Leipzig 1871 2, 76.

und anwenden lassen; ein Beispiel möge als Beleg genügen.

20 cc. einer Lösung von Mangansulfat hinterliessen nach dem Verdampfen und Entwässern[11]) 0,1635 gm Mn SO4;

nach Zusatz von 3 Tropfen destillirter Schwefelsäure und abermaligem dreistündigen Erhitzen	0,1635	„	„
wiederholt 2 Stunden erhitzt	0,1638	„	„
4 Tropfen Schwefelsäure und wiederum 2 1/2 Stunden erhitzt	0,1635	„	„
nach abermals dreistündigem Erhitzen	0,1635	„	„

Zur Gehaltsbestimmung einer Chlorürlösung verfährt man ganz in gleicher Weise, nur setzt man der Lösung vor dem Abdampfen etwas verdünnte reine Schwefelsäure zu. Aus der Chlorürlösung lässt sich das Mangan übrigens auch sehr leicht in die Form von Oxydoxydul überführen. Sie wird zu diesem Zweck mit etwas reinem Quecksilberoxyd [12]) versetzt, abgedampft und geglüht; zuletzt muss man im offenen Tiegel anhaltend und stark erhitzen um Constanz des Gewichts zu erreichen.

---

11) Die Schaale wurde auf einem Gasofen erhitzt; ich habe diesen Ofen Journal f. pr. Ch. [2]9,18 beschrieben; Durchmesser des Flammenrings 5 cm.; 13 Flämmchen von 1 1/2—3 cm. Höhe, Spitze der Flammen 3—4 cm. vom Boden der Schaale entfernt. Mit einem Bunsen'schen Brenner gelingt es allerdings kaum das Mangansulfat genügend zu erhitzen ohne es theilweise zu zersetzen.

12) Zur Darstellung des reinen Quecksilberoxyds wird käuflicher Sublimat mit 1/10 seines Gewichtes rothem Quecksilberoxyd innig zusammengerieben und im Sandbad aus einer Porzellanschaale in einen Glastrichter sublimirt. Aus dieser Mischung sublimirt das Chlorid zwar etwas schwieriger als ohne Zusatz von Oxyd, man erhält es aber vollkommen rein. Da das Chlorid des Quecksilbers flüchtiger ist als die Chloride der verunreinigenden Metalle, so bleiben letztere als Oxyde im Rückstand. Aus der Lösung des so gereinigten Chlorids wird das Oxyd in bekannter Weise mit eisenfreier Natronlauge gefällt. Nach vollkommenem Auswaschen ist es so rein, dass 4—5 Gm. des trockenen Oxyds in einer

40 cc. einer Lösung von Manganchlorür hinterliessen nach dem Abdampfen mit Schwefelsäure 0,3250 gm $MnSO_4$, nach dem Abdampfen mit Quecksilberoxyd

und Glühen	0,1635 „	Mn_3O_4;
aus 0,3250 $MnSO_4$ berechnet	0,1643 „	„

Die Titerstellung des Permanganats wird ganz so ausgeführt wie oben für die Manganbestimmungen angegeben ist; man setzt etwa 1 gm Zinkvitriol zu und 2—3 Tropfen reine Salpetersäure. Die Flüssigkeit muss zuletzt deutlich rosa gefärbt sein und diese Farbe auch bei häufig wiederholtem Schwenken und Schütteln behalten.

Die Darstellung eines ganz reinen Mangansalzes sowie die Gehaltsbestimmung der Lösung sind umständliche Arbeiten; jede nichtflüchtige Verunreinigung des Mangansalzes lässt den Titer der damit gestellten Permanganatlösung höher er-

---

gewogenen und blanken Platinschaale calcinirt keinen durch die Wage oder das Auge bemerkbaren Rückstand hinterlassen. Dies reine Quecksilberoxyd lässt sich in der Analyse vielfach mit Vortheil anwenden. Fast alle Metalle hinterbleiben vollständig als Oxyde, wenn die Lösungen ihrer Chloride mit Quecksilberoxyd abgedampft und geglüht werden. 0,0495 Zinkoxyd in Salzsäure gelöst, bis nahe zur Trockne eingedampft mit etwas Quecksilberoxyd versetzt, eingetrocknet und geglüht hinterliessen 0,0495 Gm. Zinkoxyd; aus 0,0570 Wismuthoxyd wurden in gleicher Weise 0,0580 Gm., aus 0,0385 Eisenoxyd 0,0390 der betr. Oxyde erhalten. Ich halte es für weniger umständlich die gefällten Schwefelverbindungen von Zink, Kupfer, Mangan, Kobalt, Nickel, Eisen u. s. w. in Salzsäure oder Königswasser zu lösen und, wie angegeben, in Oxyde überzuführen, als dieselben im Rose'schen Tiegel in Sulfüre zu verwandeln oder nach der Wiederauflösung mit Alkalien zu fällen. Namentlich wenn, wie so häufig der Fall, ein Theil des Niederschlags an der Wand des Fällungsgefässes fest haftet, dürfte die Bestimmung mittelst Quecksilberoxyd eine wesentliche Beschleunigung und Vereinfachung der Arbeit herbeiführen. Eisenoxyd und Thonerde werden aus der Lösung der Chloride, nicht der Sauerstoffsalze, durch Quecksilberoxyd schon bei gewöhnlicher Temperatur rasch und vollständig gefällt, frei von Alkalien, aber nicht von alkalischen Erden, wenn solche vorhanden sind.

scheinen als er in Wirklichkeit ist. Ich habe daher zur Titerstellung der Permanganatlösung ein anderes Verfahren vorgezogen, welches von einer vollkommen titerbeständigen Normalflüssigkeit ausgeht, bezüglich der Einfachheit und Raschheit der Ausführung nichts zu wünschen übrig lässt und dabei auch den weitestgehenden Anforderungen an Genauigkeit gerecht wird. Es ist dies das jodometrische Verfahren.

Lässt man Permanganatlösung in eine mit Salzsäure versetzte Lösung von Jodkalium eintropfen, so wird augenblicklich das Jodaequivalent des wirksamen Sauerstoffs im Permanganat frei, vorausgesetzt dass Jodkalium gegen Permanganat im Ueberschuss bleibt, was leicht daran zu erkennen ist dass die braune Lösung keine Spur von Jod fallen lässt. Das in Freiheit gesetzte Jod wird in bekannter Weise mit unterschwefligsaurem Natron (oder schwefliger Säure) titrirt. Diese Reductionsflüssigkeit ihrerseits wird mit einer Zehntel-Normallösung von Kalidichromat gemessen, deren wirksamer Sauerstoff gleichfalls durch Eingiessen in saure Jodkaliumlösung in sein Jodaequivalent umgesetzt wird. In letzter Linie ist also diese Titerstellung eine Vergleichung des Oxydationswerthes der Permanganatlösung mit demjenigen einer Dichromatlösung von bekannter Zusammensetzung.

An Manganoxydulsalze gibt das Permanganat nur $^3/_5$ der Sauerstoffmenge ab, welche bei der Reaction mit Jodwasserstoff oxydirend wirkt und als Jod zur Messung kommt; 5 Atomgew. Sauerstoff als Jod gemessen entsprechen 3 Atomgew. Mangan, oder 80 Mg. Sauerstoff $3 \times 55 = 165$ Mg. Mangan; 10 CC. der Dichromatlösung, resp. das gegen Jodwasserstoff aequivalente Volum der Permanganatlösung, welche 8 Mg. Sauerstoff abgeben, zeigen mithin 16,5 Mgrm. Mangan oder $3 \times 15{,}1 = 45{,}3$ Mg. Manganosulfat an.

Zum Abmessen der Permanganatlösung bedient

man sich zweckmässig der nämlichen Gay-Lus-sac'schen Burette, welche zu den Titrirungen mit Permanganat verwendet wird, denn Oeffnen der Permanganat spritzflasche, Eintauchen von Pipetten in dieselbe oder Umfüllen der Lösung in verschiedene Gefässe ist möglichst zu vermeiden. Im Uebrigen habe ich nicht nöthig auf die Ausführung dieser Titerstellung näher einzugehen; für den geübten Analytiker ist sie selbstverständlich und der unerfahrene kann sich in den Handbüchern der Titrirmethoden oder den Lehrbüchern der analytischen Chemie, wo das jodometrische Verfahren ausführlich beschrieben ist, genügend unterrichten.

Die jodometrische Titerstellung setzt natürlich voraus, dass die Permanganatlösung frei sei von Chlorat; dies ist sehr leicht zu erreichen durch ein- oder mehrmaliges Umkrystallisiren des käuflichen Salzes. Um die Krystalle auf einen etwaigen Chloratgehalt zu prüfen, erhitzt man einige Gramm davon in einem Platintiegel bis sie zu Pulver zerfallen sind und gibt dann nach und nach kleine Stückchen Paraffin in den Tiegel; wenn nach erneutem Zusatz von Paraffin kein Verglimmen des Hyperoxyds mehr zu bemerken ist, lässt man erkalten, kocht den Rückstand mit Wasser aus und prüft das Filtrat mit Silberlösung. Die Proben von Permanganat, welche ich untersuchte, waren nach einmaligem Umkrystallisiren frei von Chlorverbindungen.

Einen Punkt möchte ich noch hervorheben, der bei jodometrischen Bestimmungen überhaupt zu beachten ist.

Manchmal bemerkt man bei solchen Titrirungen, dass die blaue Farbe der Jodstärke, wenn sie durch unterschwefligsaures Natron gerade zum Verschwinden gebracht worden war, nach einigen Minuten wieder zum Vorschein kommt. Man entfärbt wieder mit einigen Tropfen unterschwefligsauren Natrons, aber die Bläuung erscheint nach

kurzem Stehen abermals und der Wechsel zwischen farblos und blau lässt sich beliebig oft wiederholen. Das Wiederblauwerden erfolgt immer von der Oberfläche der Flüssigkeit aus, wird durch Schütteln oder Schlagen der Flüssigkeit beschleunigt und ist mithin Folge einer Oxydation durch den Sauerstoff der Luft.

Diese Erscheinung ist bedingt durch die Gegenwart von salpetriger Säure. Indem die salpetrige Säure den Wasserstoff der Jodwasserstoffsäure oxydirt, wird sie selbst zu Stickoxyd, welches in dem Wasser gelöst bleibt und sich an der Luft wieder zu salpetriger Säure oxydirt, um dann von Neuem Jod aus der Jodwasserstoffsäure in Freiheit zu setzen. Das Stickoxyd überträgt mithin einfach den Sauerstoff der Luft auf den Wasserstoff der Jodwasserstoffsäure.

Die Reaction ist sehr geeignet die vermittelnde Rolle der Oxyde des Stickstoffs bei der Schwefelsäurefabrication durch einen schönen Vorlesungsversuch zu demonstriren. Eine sehr verdünnte Jodkaliumlösung in einem grossen Kolben wird mit Salzsäure, Stärkekleister und einigen Tropfen Kalinitritlösung versetzt. Man lässt dann aus einer Quetschhahnbourette verdünnte schweflige Säure zufliessen, rasch bis zur völligen Entfärbung, ohne einen kleinen Ueberschuss von schwefliger Säure ängstlich vermeiden zu wollen, sonst wird die Mischung unter der Hand immer wieder blau. Dass das Wiederblauwerden von der Oberfläche aus erfolgt, ist um so deutlicher zu sehen je weniger Nitrit zugesetzt wurde; bei mehr Nitrit wird nach einigen Minuten wie mit einem Schlag die ganze Flüssigkeit blau. Der wiederholte Farbenwechsel ist höchst überraschend, daher der Eindruck in der Vorstellung des Schülers dauernd.

Das Wasser welches aus einem grossen, auch zur Heizung und zum Maschinenbetrieb dienenden Kessel destillirt enthält in der Regel verhältnissmässig grosse Mengen

von salpetriger Säure, da der Gehalt des Speisewassers sich in dem Destillat concentrirt; es wird auch bei lange fortgesetzter Destillation nie ganz frei von salpetriger Säure, weil die Speisepumpe immer neues Wasser in den Kessel einführt. Auch bei den Titrirungen mit Permanganat darf selbstverständlich kein Wasser angewendet werden, welches salpetrige Säure enthält.

Nachstehend sind die Resultate einiger Titerstellungen nach verschiedenen Methoden mit einander verglichen. Zu allen Versuchen diente die gleiche Permanganatlösung, welche aus reinen Krystallen bereitet und nicht ganz zehntel-normal war. Die letzte Columne „Factor" gibt das Volum einer Zehntel-Normal-Lösung an, welches nach dem Ergebniss des betr. Versuches 1 vol. der angewendeten Permanganatlösung äquivalent wäre.

Substanz	Gm.	Permanganatlösung Gebraucht CC.	Factor
Eisendoppelsalz pulvr. frisch	1,5000	38,6	0,991
„ klare Krystalle alt	1,4045	36,4	0,984
„ „ „ andere Darstellg. alt	1,3945	36,0	0,987
Oxalsaures Natron	0,3850	58,5	0,982
„	0,4465	68,0	0,980
Eisenammoniakalaun (mit Zink reducirt)	1,2635	26,7	0,982
Eisen, Draht	0,2000	36,4	0,981
Unterschwefligsaures Natron Lösung, Factor 0,984	9,96cc[13]	10,0	0,980
„ „ „	19,92	20,0	0,980
„ „ „	30,08	30,2	0,980
„ „ „	39,20	39,4	0,980
Manganvitriollösung 10 C.C.		21,6[14]	0,988
$=0{,}09675$ Gm. $MnSO_4$		21,7[14]	0,984

13) Mit $^1/_{100}$ Jodlösung zurückgemessen.

14) Je fünf übereinstimmende Titrirungen.

Wie man sieht, ergibt die Bestimmung mit frisch bereitetem pulverigem Eisendoppelsalz einen viel zu hohen Titer; die jodometrischen Titerstellungen stimmen untereinander vollständig und mit denjenigen mittelst Natronoxalat, Eisenammoniakalaun und metallischem Eisen so gut wie vollständig überein. Die Manganvitriollösung ergiebt den Titer erheblich zu hoch; sie muss wohl trotz aller angewendeten Sorgfalt doch nicht vollkommen rein gewesen sein.

Verhalten des Manganoxyduls gegen Permanganat bei Gegenwart starker Säuren.

Man nimmt, wie es scheint, ziemlich allgemein an, die Einwirkung von Permanganat auf Manganoxydulsalze werde durch freie Säure verhindert. Diese Annahme ist eine irrige. Verzögert wird die Reaction allerdings, aber keineswegs verhindert; auch aus Lösungen, welche von Mineralsäuren sehr stark sauer sind, lässt sich das Mangan durch Permanganat vollständig ausfällen; dabei können die Verhältnisse, Verdünnung, Menge der Säure, Temperatur innerhalb sehr weiter Gränzen schwanken ohne das Endresultat, die vollständige Ausfällung des Mangans zu beeinträchtigen. Im Allgemeinen wird die Bildung von Hyperoxyd durch Concentration und Temperaturerhöhung begünstigt und beschleunigt, durch Verdünnung und Säurezusatz erschwert und verlangsamt. Eine sehr verdünnte Mangansalzlösung mit Permanganat und wenig Säure versetzt, bleibt bei gewöhnlicher Temperatur Stunden lang klar und roth, allmälig aber trübt sie sich durch Abscheidung von Hyperoxyd und verblasst sie; wenn die Menge des Permanganats zur Ausfällung eben hinreichte, so ist die Röthung nach 2—3 Tagen vollständig verschwunden und die abfiltrirte Flüssigkeit vollkommen frei von Mangan.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die bei der Ti-

trirung von Eisen oder Oxalsäure mit Permanganat nach Beendigung der Oxydation verbleibenden rosa gefärbten stark sauren Flüssigkeiten in kurzer Zeit ihre Farbe verlieren. Man erklärt sich dies aus einem Zerfallen der freien Uebermangansäure [15]) oder aus der Reduction der Säure durch organische Stoffe [16]); in der That beruht aber dies Nachbleichen auf der Reduction der Uebermangansäure durch das in der Lösung vorhandene Oxydulsalz, denn reines Wasser mit Schwefelsäure oder Salpetersäure angesäuert und mit einem Tropfen Permanganatlösung gefärbt behält seine Farbe viele Tage lang, während die gleiche Mischung, der man etwas Manganoxydulsalz zusetzte, nach einigen Stunden entfärbt ist. Concentrirtere Lösungen lassen auch, wenn sie mit sehr viel Säure versetzt wurden, das Mangan rascher fallen. Das Mangan sulfat aus 90 cc. Permanganatlösung (nahezu zehntelnormal) in 200 cc. Wasser gelöst mit 100 cc. Salpetersäure (1,2 sp.G.) und 60 cc. der gleichen Permanganatlösung versetzt, hatte beim Stehen über Nacht alles Mangan als Hyperoxydhydrat fallen lassen. Beim Erwärmen geht die Abscheidung sehr viel rascher vor sich. Die Lösung eines erbsengrossen Stückes Manganvitriol in 2—3 CC. Wasser mit dem fünffachen Volum verdünnter Schwefelsäure (1:5) vermischt, und beinahe zum Sieden erhitzt, gibt beim Eintropfen von Permanganatlösung sofort einen Niederschlag von Hyperoxyd. Aus nur eben angesäuerten Lösungen wird das Mangan durch Permanganat in der Wärme fast ebenso rasch und vollständig wie aus neutralen Lösungen ausgefällt.

Die Fällung einer stark sauren Manganoxydulsalzlösung mit Permanganat ist der bequemste Weg zur Darstellung eines sehr schönen und reinen Hyperoxydhydrates.

15) Fresenius Anleitung z. quant. chem. Analyse, 5. Aufl. 1864, 232; Fleischer, die Titrirmethode etc. 2. Aufl. Lpz. 1876, 71.

16) Mohr, Titrirmethode, 5. Aufl. 1877, 189.

Man löst 10 gm Manganvitriol in ½ Liter Wasser, setzt 100 cc. Salpetersäure (1,2 sp. G.) zu, erhitzt bis nahe zum Sieden, tröpfelt eine concentrirte Permanganatlösung zu und lässt zuletzt mit einem Ueberschuss von Permanganat etwa 1 Stunde auf dem Wasserbad digeriren. Der Niederschlag ist sehr feinpulvrig; unter dem Mikroskop sieht er aus wie ein krystallinisches Pulver, doch ist keinerlei bestimmte Form zu erkennen. Wendet man weniger Säure an, so erhält man ein weniger dichtes und stark kalihaltiges Hyperoxyd. Der Niederschlag wird mit heissem Wasser, dem etwas Salpetersäure zugesetzt ist, erst durch Decantiren, dann auf dem Filter gewaschen und in Häufchen auf Fliesspapier gesetzt an der Luft getrocknet. Man erhält so ein sehr lockeres stark abfärbendes Pulver von prachtvollem Braunschwarz, dessen Lüster an den kupfrigen Schiller des Pariserblau erinnert. War die Mangansalzlösung frei von anderen Schwermetallen, so ist das Hyperoxydhydrat rein; höchstens enthält es Spuren von Kali.

Für die oben beschriebene Titrirung des Mangans ist ein Zusatz von Säure nicht absolut erforderlich; wenn die angewendeten Materialien namentlich das zur Verdünnung benutzte Wasser rein und von organischen Substanzen vollkommen frei sind, ist es gleichgültig ob das Mangan aus neutraler oder angesäuerter Lösung gefällt wird. In neutralen Lösungen wird aber die Titrirung schon durch die minimalsten Mengen von organischen Substanzen unmöglich gemacht, indem diese das Zusammenballen des gebildeten Hyperoxyds und die Klärung der Flüssigkeit verhindern. Eine Manganchlorürlösung z. B., welche aus Permanganat durch Reduction mit Salzsäure und gewöhnlichem Weingeist, Abdampfen zur Trockne und Wiederauflösen in reinem Wasser dargestellt worden war, gab auf Zusatz von Permanganat eine dunkelrothbraune trübe Sauce, welche sich auch bei tagelang fortgesetzter Digestion

in der Wärme nicht klärte. Dieselbe Erscheinung wurde ausnahmslos beobachtet, wenn man zur Verdünnung das aus dem grossen Heiz- und Maschinenkessel des Laboratoriums destillirte Wasser benutzt hatte, oder wenn die Lösungen durch Papier filtrirt worden waren. In allen diesen Fällen liess sich aber die Titrirung sehr gut ohne alle auffällige Erscheinung und mit vollkommen richtigem Resultat ausführen, wenn man den Lösungen einige Tropfen Salpetersäure zusetzte. Durch Ausführung in saurer Lösung wird also das Verfahren sicherer und von solchen kleinen Zufälligkeiten unabhängig. Da Schwefelsäure die Hyperoxydbildung viel mehr verzögert als Salpetersäure, so ziehe ich die letztere Säure vor. Ist die Lösung in welcher das Mangan titrirt werden soll neutral, so setzt man ihr 2 — 4 Tropfen reine farblose Salpetersäure (1,2 sp. G.) zu; ist sie sauer, so neutralisirt man erst mit kohlensaurem Natron bis zur beginnenden Bildung eines bleibenden Niederschlags und gibt dann einige Tropfen Salpetersäure zu.

Von Salzsäure saure Lösungen lassen sich natürlich mit Permanganat in der Wärme nicht titriren; Clormetalle dagegen in kleiner Menge schaden durchaus nicht. Bei grösseren Mengen von Chlormetall (über $^1/_2$ Gramm Chlor im Litre) wird das Ende der Titrirung unsicher, weil die Färbung auch nach der völligen Ausfällung des Mangans nicht länger als einige Minuten stehen bleibt. Man thut dann besser, die Salzsäure durch Abdampfen mit Schwefelsäure zu verjagen.

Trennung des Eisens von Mangan.

Von den das Mangan gewöhnlich begleitenden anderen Metallen übt nur das Eisen, wenn es in grösserer Menge vorhanden ist, einen nachtheiligen Einfluss auf diese Titrirmethode aus.

Bei Anwendung neutraler Mangansalzlösungen wird schon durch sehr geringe Mengen von Eisenoxydsalz das Absitzen des Niederschlags verhindert; die Flüssigkeit bleibt trübe und undurchsichtig, so dass sich ihre Farbe nicht beurtheilen lässt. Sind grössere Mengen von Eisenoxydsalz zugegen, so fällt überhaupt kein Hyperoxyd aus. In der angesäuerten Lösung sind kleine Mengen von Eisenoxydsalz ohne nachtheiligen Einfluss, grössere Mengen verhindern auch hier die Bildung von Hyperoxyd; nur wenn sehr viel Säure zugesetzt und anhaltend erwärmt wird, fällt eine Verbindung von Eisenoxyd mit Manganhyperoxyd aus. [17])

Für die Titrirung des Mangans mit Permanganat muss daher das Eisen vorher entfernt werden. Die seither üblichen Methoden der Trennung von Eisenoxyd und Manganoxydul lassen aber Vieles zu wünschen übrig. Die Fällung durch kohlensauren Baryt, oder durch Kochen der essigsauren Lösung liefert ein manganhaltiges Eisenoxyd und man muss für einigermassen genaue Scheidung den Process wiederholen, wodurch das Verfahren zu umständlich wird; auch ist Essigsäure zu vermeiden, da sie in der Wärme durch Permanganat oxydirt wird. Die neuerdings von Kessler [18]) angegebene Fällung des Eisens als basisches Oxydsulfat setzt möglichst vollständige Neutralisation der Lösung voraus, eine selbst mit Anwendung der von Kessler empfohlenen Tropfapparate immerhin noch recht langweilige und unangenehme Arbeit. Ich würde in der That Anstand nehmen diese verbesserte Auflage der Mangantitrirung mit Permanganat zu veröffentlichen, wenn ich nicht zugleich für die Abscheidung des Eisens ein einfacheres und vollkommeneres Mittel anzugeben wüsste.

---

17) Vgl. Hannay Chem. News **36**, 212.

18) Kessler Zeitschrift f. analyt. Chemie **18**, 3.

Versetzt man die Lösung eines Eisenoxydsalzes mit Zinkoxyd im Ueberschuss, so fällt das Eisenoxyd sofort und bei gewöhnlicher Temperatur vollständig nieder. Auch wenn die Lösung reichlich Mangan enthält, ist der Niederschlag nach dem Auswaschen völlig frei von Mangan; er ist von hellerer Farbe und erscheint etwas dichter als Eisenhydroxyd, wenigstens setzt er sich sehr rasch ab. Derselbe enthält Zinkoxyd in chemischer Verbindung und steht dieser Umstand offenbar mit der Abwesenheit des Mangans in ursächlichem Zusammenhang. Das Eisenoxydhydrat verhält sich gegen Metalloxyde ähnlich wie oben von dem Manganhyperoxyd erörtert wurde; die Gegenwart des Zinksalzes verhindert das Niederfallen von Manganoxydul, wie dort mit Manganhyperoxyd, so hier mit dem Eisenoxyd, indem das Zinkoxyd statt des Manganoxyduls mit dem niederfallenden Oxyd in Verbindung tritt. Das zinkoxydhaltige Eisenhydroxyd hinterlässt beim Ausglühen ein zimmtbraunes Pulver, welches von dem Magneten zwar schwach aber unverkennbar angezogen wird. Die Verbindung gehört also zu der Gruppe von magnetischen Oxyd-Oxydulen, welche neuerdings K. List [19]) beschrieben hat.

Die über dem Niederschlag von Eisenhydroxyd stehende Flüssigkeit ist milchig trübe, läuft aber klar und rasch durch's Filter; das Filtrat enthält keine Spur von Eisen mehr, wenn alles Eisen als Oxyd vorhanden war.

Ich benutze zu dieser Fällung des Eisens das käufliche Zinkweiss, welches ich stets frei von Manganverbindungen gefunden habe. Dasselbe ist gewöhnlich mit allerhand organischen Stoffen, Fasern, Holzsplittern u. dgl. verunreinigt. Man glüht dasselbe im offenen hessischen Tiegel unter häufigem Umrühren stark und anhaltend, reibt es dann

---

19) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft **11**, 1512.

mit Wasser an und schlemmt das zarte Pulver von den schweren Zinkkörnern ab. Eine Probe vom untersten Theil des wieder abgesetzten Schlammes prüft man auf etwaigen Gehalt an feineren Metallkörnchen durch Auflösen in verdünnter Schwefel- oder Salpeter-Säure, die mit einem Tropfen Permanganatlösung gefärbt ist. Die Färbung darf dabei nicht verschwinden; auch nicht bei Digestion in der Wärme. Das Oxyd wird mit Wasser angerührt zum Gebrauch vorräthig gehalten.

Metalllegirungen wie die verschiedenen Eisen- und Stahl-Arten, die manganreichen Ferromangane werden zur Bestimmung des Mangans zweckmässig in verdünnter Schwefelsäure unter Zusatz von Salpetersäure gelöst. Man macht die Auflösung gleich in der Literflasche, die auf dem Wasserbad erwärmt wird. In einer Mischung aus 3 Vol. verdünnter Schwefelsäure (1,13 sp. G.) und 1 Vol. Salpetersäure (1,4 sp. G.) löst sich der gewöhnliche Flaschendraht beim Erwärmen auf dem Wasserbad, ohne dass die Gasentwicklung stürmich wird, in 5—6 Minuten, doch muss man längere Zeit digeriren um das Eisen vollständig in Oxyd zu verwandeln. Ebenso sind alle Substanzen zu behandeln, welche von verdünnter Schwefelsäure oder von Salpetersäure gelöst resp. aufgeschlossen werden. Manche Erze und Schlacken lassen sich nur mit Hülfe von Salzsäure aufschliessen oder werden von Salzsäure leichter aufgeschlossen als von anderen Säuren; in diesem Fall versetzt man die salzsaure Lösung nach der Oxydation des Eisens ohne von dem ungelösten abzufiltriren mit etwas concentrirter Schwefelsäure und verdampft sie in einer Porzellanschale zuerst auf dem Wasserbad, danach auf dem Gasofen bis die Schwefelsäure anfängt abzurauchen. Man spült dann die Masse mit Wasser in die Literflasche über.

Die Hauptmasse der Säure wird nun mit kohlensaurem

Natron oder Aetznatron [20]) neutralisirt, dann gibt man in Wasser aufgeschlämmtes Zinkweiss zu, bis alles Eisen gefällt ist. Man erkennt dies daran, dass die Lösung, welche bei allmäligem Zusatz des Zinkoxyds zuerst die dunkle Färbung des basischen Eisenoxydsalzes annimmt, plötzlich gerinnt, und die Flüssigkeit über dem Niederschlag milchig wird. Selbstverständlich kann die vorherige Neutralisation mit Natron auch unterbleiben, sie kann ebensogut durch Zinkoxyd bewirkt werden. Nach geschehener Fällung füllt man die Flasche mit Wasser bis zur Marke, mischt, lässt einige Minuten absetzen und filtrirt durch ein trockenes Faltenfilter in ein trockenes Gefäss. Von dem Filtrat wird ein Theil (200 cc.) abgemessen, in eine Kochflasche gebracht, mit 2—4 Tropfen Salpetersäure angesäuert und zum Kochen erhitzt. Wenn die Flüssigkeit kocht, nimmt man den Kolben vom Feuer und lässt die Permanganatlösung aus der Burette eintropfen. Mit einer zweiten oder dritten Portion des Filtrats kann die Titrirung wiederholt werden.

Die Vernachlässigung des Raumes, welchen das gefällte Eisenhydroxyd, sowie der etwa zugesetzte kleine Ueberschuss von Zinkoxyd einnehmen, verursacht allerdings einen kleinen Fehler, dessen Grösse mit der Menge des vorhandenen Eisens wächst. Aber selbst wenn von einem an Mangan sehr armen Eisen zur Manganbestimmung 20 Gr. in Arbeit genommen wurden, wird dieser Fehler den Mangangehalt doch nur um einige Tausendstel zu hoch erscheinen lassen; er kann daher füglich vernachlässigt werden.

Die nachstehenden Manganbestimmungen wurden mit je 20 CC. einer Manganvitriollösung enthaltend 0,1935 $MnSO_4$ ausgeführt unter Zusatz wechselnder Mengen von Eisen-

---

20) Das sehr reine blättrige Aetznatron der chem. Fabriken enthält in der Regel etwas Mangan.

chlorid, welches frei von Mangan aus Eisenammoniakalaun [21]) dargestellt worden war. Nach der Fällung wurde auf 1000 CC. verdünnt.

Bei 2 und mehr Gramm Eisenchlorid per Liter war die Endreaction zu rasch vorübergehend, um mit Sicherheit erkannt zu werden, in den Versuchen 5 und 6 ist desshalb die Salzsäure durch Abdampfen mit Schwefelsäure ausgetrieben worden.

Factor der Permanganatlösung 0,977.

	Eisenchlorid Gm.	Zur Titrirung abgemessen	gebraucht. Permang. CC.	Gefunden Mn SO4
1)	1,0	400	17,4	0,1931 Gm.
		400	17,5	
2)	1,0	400	17,4	0,1931 „
		400	17,5	
3)	2,0	400	17,6—18,0	
4)	3,0	400	18,5—19,2	
5)	3,0	200	8,8	
		200	8,8	
		200	8,8	0,1948 „
6)	6,0	200	8,8	
		200	8,8	
		200	8,8	
			Angewendet:	0,1935 „

Verhalten der Manganoxydulsalze gegen Bleihyperoxyd, Chlor, Brom u. s. w.

Wiederholt ist vorgeschlagen worden, das Manganhyperoxyd ganz aus der Reihe der eigenthümlichen Oxydationsstufen des Mangans zu streichen und dasselbe als

21) Die käuflichen Eisensalze, Vitriol, das „reine" Doppelsalz für die Analyse, krystallisirtes wie sublimirtes Eisenchlorid, alle mit Ausnahme des Eisenammoniakalauns fand ich immer manganhaltig.

Manganat oder Permanganat des Manganoxyduls zu betrachten. Es lässt sich mancherlei gegen diese Auffassung geltend machen, doch scheint mir das Verhalten der Manganoxydulsalze gegen Uebermangansäure sehr zu Gunsten derselben zu sprechen; auch die Einwirkung anderer Oxydationsmittel auf Manganoxydulsalze, namentlich die des Bleihyperoxyds dürfte von dieser Auffassung aus am ehesten erklärlich werden.

Bleihyperoxyd fällt das Mangan aus neutralen Lösungen als Hyperoxyd, während es in salpetersaurer oder schwefelsaurer Lösung Uebermangansäure erzeugt.

Diese beiden Reactionen stehen einigermassen im Widerspruch mit der gewöhnlichen chemischen Erfahrung. In der Regel wird die Bildung eines höheren Oxyds, wenn dieses die Eigenschaften einer starken Säure besitzt, ganz wesentlich begünstigt durch die Gegenwart starker Basen, durch saure Reaction aber erschwert. Hier sehen wir dagegen bei neutraler Reaction und bei Gegenwart einer starken Base, nämlich des durch die Reaction gebildeten Bleioxyds, ein niederes indifferentes Oxyd entstehen, während in der sauren Flüssigkeit das stark saure höchste Oxyd des Mangans erzeugt wird.

Diese scheinbare Anomalie ist auf Grund der im Vorhergehenden niedergelegten Erfahrungen über das Verhalten der Uebermangansäure gegen Manganoxydulsalze leicht zu erklären.

Bei allen den Reactionen, durch welche das Mangan in Hyperoxyd übergeführt wird, bei Einwirkung von Chlor, Brom, Bleichsalzen, Mennige u. s. w. sieht man in der Regel zuletzt die Flüssigkeit die Rosafarbe der Uebermangansäure annehmen; das Erscheinen dieser Farbe galt ja bei der früher in der Mineralanalyse so vielfach angewendeten Fällung des Mangans aus essigsaurer Lösung nach

Schiel als ein Zeichen der vollendeten Oxydation. Nun is aber zu beachten, dass Manganhyperoxydhydrat sich gegen jene Oxydationsmittel vollkommen indifferent verhält und durch dieselben keine weitere Oxydation erleidet; das Hyperoxyd kann daher auch unmöglich eine Zwischen- oder Uebergangsstufe von Manganoxydul zu Uebermangansäure bilden und die letztere kann nicht aus dem Hyperoxyd, sie muss vielmehr direct aus dem Oxydul entstanden sein. Hierdurch wird es höchst wahrscheinlich, um nicht zu sagen gewiss, dass das Hyperoxyd überhaupt nicht das unmittelbare Product der Oxydation vorstellt, dass vielmehr in erster Linie Uebermangansäure gebildet wird, welche, so lange noch Oxydul vorhanden ist, sich mit diesem vereinigt und als Hyperoxyd niederfällt. Erst wenn das Oxydul in dieser Weise fast vollständig niedergeschlagen ist, bleibt die aus dem letzten Restchen von Oxydul gebildete Uebermangansäure bestehen, weil sie jetzt kein Oxydul mehr vorfindet, mit welchem sie sich vereinigen könnte.

Dass der Oxydationsvorgang wirklich in dieser Weise verlauft, lässt sich am deutlichsten erkennen bei Einwirkung von Bleihyperoxyd auf Manganoxydulsalze; man hat es da ganz in der Hand das Mangan entweder vollständig in Hyperoxyd oder vollständig in Uebermangansäure zu verwandeln.

Lässt man in eine nicht zu verdünnte Lösung von Mangansalz, welche reichlich mit Salpetersäure versetzt (z. B. 0,025 gm Manganvitriol 50 CC. Wasser und etwa 25 CC. Salpetersäure von 1,18 sp. G.) und bis nahe zum Sieden erhitzt ist, einige wenige Körnchen von Mennige oder Bleihyperoxyd fallen, so sieht man an der Einfallstelle die Purpurfarbe der Uebermangansäure entstehen, aber sehr rasch wieder verschwinden, während eine braunschwarze Trübung sich durch die Flüssigkeit verbreitet. Ein neuer

Zusatz von Mennige ruft die gleiche Folge von Erscheinungen hervor. Fährt man fort, Mennige in kleinen Antheilen einzutragen, so kommt man zuletzt dahin, dass ein neuer Zusatz von Mennige entweder gar keine Röthung mehr hervorruft oder nur eine sehr schwache, welche bei fortgesetzter Digestion in der Wärme nicht mehr verschwindet, durch weiteres Eintragen von Mennige aber auch nicht intensiver wird. Filtrirt man die Flüssigkeit jetzt — falls sie von Uebermangansäure geröthet war, nachdem letztere durch einen Tropfen Weingeist reducirt ist — so findet man in dem Filtrat keine Spur von Mangan, dieses ist vollständig als Hyperoxyd gefällt.

Hier sieht man auf's Deutlichste, zuerst entsteht — und zwar unmittelbar aus dem Oxydul — Uebermangansäure, und das Hyperoxyd bildet sich erst in zweiter Linie aus Uebermangansäure und Manganoxydul. Diese Fällung der Uebermangansäure durch Manganoxydul erfolgt um so rascher, je weniger freie Säure zugegen ist; in neutraler Lösung muss die Uebermangansäure im Moment ihrer Bildung sofort wieder niedergeschlagen werden, denn eine neutrale Mangansalzlösung lässt mit Permanganat augenblicklich Hyperoxyd fallen, ohne sich auch nur vorübergehend zu röthen. Der eigentliche Oxydationsvorgang ist wie man sieht der gleiche in der neutralen wie in der sauren Lösung, in beiden Fällen ist Uebermangansäure das einzige directe Oxydationsproduct; bei Gegenwart eines grossen Ueberschusses von Salpetersäure wird nur die Abscheidung des Manganopermanganats soweit verzögert, dass sich die gebildete Uebermangansäure durch ihre Farbe bemerklich macht.

War nur sehr wenig Mangan in Lösung und wurde in die heisse salpetersaure Lösung mit einmal eine grössere Menge von Mennige geschüttet, so wird mehr Ueberman-

gansäure gebildet, als mit dem übrigen Oxydul niederfallen kann; die Flüssigkeit behält dann die Farbe der Uebermangansäure; das ist die schöne Manganreaction von Walter Crum.

Lässt man die sehr verdünnte Mangansalzlösung in die bis fast zum Sieden erhitzte Oxydationsmischung (verdünnte Salpetersäure und Mennige oder Bleihyperoxyd) unter fortwährendem Umrühren langsam eintropfen, so gehen selbst grössere Mengen von Mangan vollständig in Uebermangansäure über; auch wenn eine sehr verdünnte Lösung von Mangansalz kalt mit Salpetersäure und Mennige versetzt, dann sehr allmälig erwärmt und erst nach längerer Digestion bei 35—40^0 zum Sieden erhitzt wird, kann alles Mangan als Uebermangansäure in Lösung erhalten werden.

Chlorwasser, Bleichsalze und ähnliche Oxydationsmittel wirken auf Manganoxydulsalze zweifellos in gleicher Weise wie Bleihyperoxyd, nämlich in erster Linie Uebermangansäure bildend; dies wird wie schon erwähnt durch das schliessliche Auftreten der Uebermangansäure bei diesen Oxydationen bewiesen.

Ich habe versucht, die im Vorstehenden mitgetheilten Erfahrungen für die Scheidung und Bestimmung des Mangans nutzbar zu machen.

Die Fällung des Mangans als Hyperoxyd war früher vielfach in Brauch zum Zweck der Scheidung dieses Metalles von den Alkalien, alkalischen Erden, Nickel- und Zink-Oxyd; man bewerkstelligte dieselbe entweder in neutraler Flüssigkeit mit Bleihyperoxyd nach Gibbs oder häufiger nach Schiel in schwach saurer Lösung bei Gegenwart von essigsaurem Natron mittelst Chlor, Brom oder Bleichsalzen. Es ist bekannt [22]), dass der gedachte Zweck vollständig weder

22) Vgl. H. Rose Handbuch 6. Aufl. ed. Finkener 2, 925 u. Fresenius Anleitung z. quant. chem. Anal. 6. Aufl. 1,568.

auf die eine noch auf die andre Weise erreicht wird. Mehr Erfolg schien mir die Fällung bei Gegenwart eines grossen Säureüberschusses zu versprechen.

Meine Versuche haben ergeben, dass das Mangan aus einer stark salpetersauren Lösung, welche Kobalt, Nickel, Zink, alkalische Erden, Alkalien enthält, durch Bleihyperoxyd oder Halogene nicht völlig frei von jenen Oxyden abgeschieden wird. Löst man jedoch das so erhaltene Hyperoxyd mit Hülfe eines Reductionsmittels wieder auf und fällt nochmals in gleicher Weise aus stark salpetersaurer Lösung, so bleiben die begleitenden Oxyde so gut wie vollständig in Lösung, der Niederschlag enthält davon nichts mehr oder doch nur unwägbare Spuren; Eisenoxyd dagegen geht auch bei wiederholter Fällung in erheblichen Mengen mit in den Niederschlag über.

Die Bildung des Manganhyperoxyds sowohl mit Bleihyperoxyd als mit Halogenen geht um so rascher vor sich je concentrirter die Lösung ist; sie wird durch freie Schwefelsäure erheblich verlangsamt und bei grossem Ueberschuss von Schwefelsäure wird die Fällung leicht unvollständig; Salpetersäure dagegen, auch in sehr beträchtlichen Mengen, erschwert oder verzögert die Ausfällung des Mangans nicht wesentlich.

Will man das Mangan mittelst Bleihyperoxyd abscheiden, so darf die Manganlösung selbstverständlich keine Halogenwasserstoffsäuren oder andere reducirende Substanzen enthalten, sie soll nicht zu verdünnt sein und ist nöthigenfalls durch Abdampfen zu concentriren. Man versetzt dieselbe mit reichlich Salpetersäure (15—20 cc. auf 100—200 cc. Flüssigkeit), erhitzt zum Kochen und gibt nun allmälig in sehr kleinen Antheilen das Oxydationsmittel zu, während die Flüssigkeit fortwährend im oder nahe beim Kochen erhalten wird. Vor jedem neuen Zu-

satz muss man warten bis die entstandene Röthung wieder verschwunden ist. In der Regel bleibt nach beendeter Oxydation eine schwache Röthung, welche auch, wenn man zehn Minuten lang kochen lässt, nicht mehr verschwindet; man entfärbt dann durch einen Tropfen Weingeist und filtrirt. Auch wenn ein neuer Zusatz von Bleihyperoxyd keine Röthung mehr hervorruft, ist die Oxydation fertig. Das abfiltrirte Hyperoxyd wird etwas gewaschen und sammt Filter in einer Porzellanschale auf dem Wasserbad mit schwefliger Säure digerirt bis keine dunklen Partikelchen mehr zu bemerken sind. Nachdem man die überschüssige schweflige Säure verjagt, reichlich Salpetersäure zugesetzt und durch Abdampfen wieder concentrirt hat, wird die Fällung wie oben wiederholt. Als Fällungsmittel ist reines aus Bleizucker mit Chlor und Alkali dargestelltes Bleihyperoxyd, nicht Mennige anzuwenden, da letztere fast immer etwas Mangan [23]) enthält.

Man kann also das Mangan mittelst Bleihyperoxyd von Kupfer, Kobalt, Nickel, Zink, alkalischen Erden und Alkalien scheiden, doch ist das Verfahren etwas umständlich, da man aus Filtrat und Rückstand wieder das Blei zu entfernen hat; einfacher in der Ausführung gestaltet sich die Fällung mit Halogenen.

Die oxydirende Wirkung der Halogene ist aber begleitet und bedingt von der Bildung einer Halogenwasserstoffsäure, welche ihrerseits in der Wärme wieder reducirend auf Manganhyperoxyd einwirkt; eine verdünnte Mangansalzlösung gibt daher beim Erwärmen mit Chlorwasser zwar einen Niederschlag von Hyperoxyd, die Fällung wird aber nicht vollständig. Setzt man essigsaures Natron zu, so fällt alles Mangan, aber dieses Mittel neutralisirt

23) Eine manganhaltige Mennige gibt beim Erwärmen mit Salpetersäure nicht direct eine Reaction auf Mangan, sondern erst nach Behandlung mit Reductionsmitteln.

zugleich alle vorhandenen starken Säuren. Damit sich die Reaction in einer von Salpetersäure sauren Flüssigkeit vollziehe, muss die Halogenwasserstoffsäure entfernt oder unschädlich gemacht werden ohne andere starke Säuren zu binden. Dies ist leicht zu erreichen durch einen Zusatz von salpetersaurem Silber, welches die oxydirende Wirkung der Halogene nicht im Mindesten beeinträchtigt, sondern eher noch begünstigt, während es die Halogenwasserstoffsäuren vollständig ausser Reaction setzt.

Erwärmt man eine mit etwas Silbernitrat und viel Salpetersäure versetzte Mangansalzlösung auf dem Wasserbad unter allmäligem Zusatz von Chlorwasser oder Bromwasser, so ist in kurzer Zeit alles Mangan gefällt bis auf eine Spur von Uebermangansäure, welche die Flüssigkeit roth färbt; mit einem Tropfen Weingeist entfärbt ist die Lösung völlig frei von Mangan. Der Niederschlag enthält ausser Chlor- bezw. Bromsilber Manganhyperoxyd in Verbindung mit Silberoxyd.

Eine Lösung von Quecksilberchlorid entwickelt beim Erwärmen mit Braunstein und verdünnter Schwefelsäure oder Salpetersäure kein Chlor; die Halogenwasserstoffsäure lässt sich daher ebensogut wie durch Silbersalz durch salpetersaures Quecksilberoxyd binden und für die analytische Anwendung ist letzteres selbstverständlich vorzuziehen.

Die nicht zu verdünnte Manganlösung wird mit Salpetersäure und etwas reinem Quecksilberoxyd versetzt und zum Sieden erhitzt, dann gibt man unter fortwährendem Erwärmen Chlor- oder Bromwasser zu bis zur bleibenden Röthung; dieses Zeichen der vollendeten Oxydation tritt jedoch nicht immer ein; man erkennt dann die vollständige Ausfällung daran, dass die vorher trübe braune Flüssigkeit vollkommen klar wird und nach erneutem Zusatz des Oxydationsmittels klar bleibt. Bei $^1/_2$ gm Manganvitriol in

50 cc. Wasser gelöst mit 15—20 cc. Salpetersäure (1,2 sp. G.) und etwa 1 gm Quecksilberoxyd ist die Fällung in 15 bis 20 Minuten vollendet. Zur Scheidung des Mangans von den oben genannten Metallen muss das Hyperoxyd wieder gelöst und in gleicher Weise nochmals gefällt werden.

Zur Gewichtsbestimmung des Mangans wird der Niederschlag entweder ohne Weiteres geglüht und als Oxydoxydul gewogen oder durch Auflösen in Salzsäure, Abdampfen mit etwas Schwefelsäure und längeres Erhitzen auf dem Gasofen in wasserfreies Sulfat verwandelt, wobei die kleine Menge Quecksilberoxyd, welche im Niederschlag enthalten ist, sich als Sublimat verflüchtigt.

Dass das Mangan in dieser Weise vollständig ausgefällt und sehr genau bestimmt werden kann wird durch nachstehende Analysen belegt.

50 cc. einer Lösung von Manganvitriol enthaltend 0,2615 $Mn\,SO_4$ mit 0,2 gm Kobaltvitriol gaben nach doppelter Fällung des Mangans mit Bromwasser und salpetersaurem Quecksilberoxyd

1) 0,2618, 2) 0,2610 gm $MnSO_4$.

Bei vorstehenden Versuchen war im Niederschlag weder mittelst der Phosphorsalzperle noch mit Schwefelwasserstoff in essigsaurer Lösung Kobalt nachzuweisen. In der Regel wird man in dem Manganhyperoxyd, welches in angegebener Weise bei Gegenwart von Kobalt-, Nickel-, Zink-, Calcium-, Magnesium-, Kalium-Salzen abgeschieden wurde, eben erkennbare, kaum aber wägbare Spuren der begleitenden Metalle auffinden.

Betreffs der Walter Crum'schen Reaction auf Mangan möchte ich darauf aufmerksam machen, dass diese Reaction den Ungeübten leicht täuschen kann; denn gerade da, wo

sehr viel Mangan vorhanden ist, in concentrirten Mangansalzlösungen folgen Bildung und Fällung der Uebermangansäure so rasch auf einander, dass die Farbenänderung kaum zu bemerken ist. Für alle Fälle wird diese Prüfung zweckmässig in folgender Art angestellt: Etwa 10 CC. eines Gemisches aus gleichen Raumtheilen Salpetersäure und Wasser werden nach Zusatz einer starken Messerspitze Mennige in einer Probirröhre bis fast zum Sieden erhitzt, dann gibt man tropfenweise die auf Mangan zu prüfende verdünnte Flüssigkeit zu. Ist Mangan vorhanden, so tritt die Färbung sofort ein, und zwar selbst dann wenn die Lösung Chlormetalle enthält.

Die Oxydation des Mangans zu Uebermangansäure ist wiederholt [24]) auch für quantitative Bestimmungen in Vorschlag gekommen, doch konnte sie nur für sehr minimale Mengen von Mangan Anwendung finden, da bei irgend erheblichen Mengen nur Bruchtheile des Mangans wirklich zu Uebermangansäure oxydirt wurden. Nach Boussingault [25]) wäre schon bei 3 Mgr. Mangan die Gränze der Genauigkeit erreicht. Nach dem Verfahren, welches ich oben angegeben habe, ist es mir gelungen bis zu 100 Mgr. Mangan in einer Operation vollständig oder so gut wie vollständig in Uebermangansäure überzuführen.

Bei den nachstehenden Versuchen wurde die Uebermangansäure mit einer Zehntel-Normal-Lösung von Eisenvitriol titrirt, von welcher 1 cc. 0,0011 Mangan entspricht; die Manganvitriollösung enthielt in 1000 cc. 0,542 Grm. Mangan; das zugesetzte Eisenoxyd war in Salpetersäure gelöst; bei jedem Versuch wurden 100 cc. Salpetersäure von 1,2 sp. G. gebraucht.

---

24) Chatard Zeitschrift für analyt. Chemie **11**, 308, Pichard ibid. **12**, 308. Leclerc Comptes rendus **75**, 1209.

25) Boussingault Annales chem. phys. [5] **5**. 190.

Angewendet						
Manganvitriollösung CC.	Wasser CC.	Mennige Gm.	Eisenoxyd	Gebrauchte Eisenvitriollösung CC.	Mangan Gefunden	Mangan Angewendet
50	500	3	3	24,8	0,0273	0,0271
50	500	3	3	24,4	0,0268	0,0271
50	500	3	3	23,7	0,0261	0,0271
100	300	6	6	47,4	0,0521	0,0543
100	300	6	10	46,1	0,0506	0,0543
200	300	6	10	95,5	0,1051	0,1086
50	350	3	3	23,3	0,0256	0,0271
50	350	5	3	23,5	0,0258	0,0271
50	500	3	—	24,6	0,0271	0,0271

Die Uebermangansäure lässt sich sehr scharf mit salpetersaurem Quecksilberoxydul titriren; ich habe mich von der Verlässigkeit dieses von Leclerc (a. a. O.) angegebenen Verfahrens schon vor Jahren gleich nach seinem Bekanntwerden durch eigene Versuche überzeugt und für öftere Anwendung der obigen Bestimmungsart des Mangans würde ich das Quecksilbersalz jedenfalls dem Eisenvitriol vorziehen.

Aber die Umwandlung des Mangans in Uebermangansäure ist doch eine höchst unsichere. Häufig bleibt auch bei sehr kleinen Mengen ein beträchtlicher Theil des Mangans als Hyperoxyd im Niederschlag und man hat kein Kriterium, welches den richtigen Verlauf der Oxydation zu erkennen gestattet. Um zu sehen ob diese gelungen, muss man den Rückstand reducirend lösen und von neuem oxydiren, und oft wird man in dem dann erhaltenen Rückstand noch ein drittes Mal Mangan vorfinden. Ich halte daher selbst für minimale Manganmengen das von mir angegebene Titrirverfahren mittelst Permanganat für entschieden empfehlenswerther, zumal dasselbe in der Ausführung kaum weniger einfach ist.

Schliesslich spreche ich den Herren Dr. Cl. Zimmermann und C. Lintner, welche mich bei dieser Arbeit mit Ausdauer und Geschick unterstützt haben, meinen besten Dank aus.

Sitzung vom 7. Juni 1879.

Herr v. Jolly legt vor:

„Ueber das Gesetz der Spannkräfte des gesättigten Wasserdampfes" von A. Winkelmann.

§. 1.

Man hat bisher vergeblich versucht, ein Gesetz, welches den Zusammenhang der Spannkräfte und der zugehörigen Temperatur des gesättigten Wasserdampfes angibt, zu entdecken und hat sich begnügen müssen, durch mehr oder weniger complicirte Formeln diesen Zusammenhang empirisch darzustellen. Seit meiner Arbeit [1]) über „Dampfspannungen homologer Reihen und das Kopp'sche Gesetz constanter Siedepunkts-Differenzen" habe auch ich mich nach dieser Richtung hin vielfach bemüht und glaube ich, eine einfache Beziehung gefunden zu haben; diesselbe lautet folgendermassen:

„Wählt man Drucke des gesättigten Wasserdampfes derartig, dass dieselben eine geometrische Reihe bilden, so bilden auch die den Drucken entsprechenden Temperaturen eine geometrische Reihe, wenn man zu jeder Temperatur Cels. die Zahl 100 addirt."

---

1) Wied. Ann. Bd. 1. S. 430. (1877.)

Dieses Gesetz lässt sich in anderer Form auch so aussprechen:

„Zählt man die Temperaturen Cels. des gesättigten Wasserdampfes von der Temperatur -100^0, so ist das Verhältniss zweier Temperaturen **nur** von dem **Verhältniss** der beiden entsprechenden Drucke und nicht von diesen Drucken selbst abhängig."

Um an einem Beispiel das Gesetz zu erläutern, sind in der folgenden Tabelle die Temperaturen nach den Beobachtungen Regnault's zusammengestellt, welche einem Drucke von 1, $^1/_2$, $^1/_4$ etc. Atmosphären entsprechen.

Tabelle I.

Druck in Atmosphären	Temperatur Cels
1	100°
$^1/_2$	81,71
$^1/_4$	65,36
$^1/_8$	50.64
$^1/_{16}$	37,31
$^1/_{32}$	25,14
$^1/_{64}$	13,82
$^1/_{128}$	3,69
$^1/_{256}$	-5,60

Die Drucke in vorstehender Tabelle sind so gewählt, dass jeder folgende Druck die Hälfte des vorhergehenden beträgt; wenn daher das erwähnte Gesetz richtig ist, so müssen die Verhältnisse der aufeinander folgenden Temperaturen, jede Temperatur um 100 vermehrt, einander gleich sein. Diese Verhältnisse sind die folgenden:

$$\frac{100+100}{81,71+100} = 1,101; \quad \frac{81,71+100}{65,36+100} = 1,099;$$

$$\frac{65,36+100}{50,64+100} = 1,098; \quad \frac{50,64+100}{37,31+100} = 1,097;$$

$$\frac{37,31+100}{25,14+100} = 1,097; \quad \frac{25,14+100}{13,82+100} = 1,099;$$

$$\frac{13,82+100}{3,69+100} = 1,098; \quad \frac{3,69+100}{-5,60+100} = 1,097.$$

Wie man sieht, sind in der That die Verhältnisse so nahe gleich, dass das Gesetz durch dieselben bestätigt erscheint.

Man kann nach dem vorliegenden Gesetze auch leicht die Temperatur t_n für den Druck von n Atmosphären berechnen, wenn man von der Temperatur 100° für den Druck von 1 Atmosphäre ausgeht. Bezeichnet nemlich a das eben gefundene constante Verhältniss, welches gleich 1,0985 = a gesetzt werde, so ist

$$t_n = 200 \, . \, a^{\frac{\log n}{\log 2}} - 100 \qquad \text{(I)}$$

Dieser Formel kann man auch die folgende Gestalt geben:

$$t_n = 200 \, . \, b^{\log n} - 100 \qquad \text{(Ia)}$$

$$\text{wo } b = a^{\frac{1}{\log 2}} = 1,3652 \quad \text{ist.}$$

Berechnet man nach vorstehender Formel die Temperaturen zu den früher angegebenen Drucken, so erhält man die folgenden Werthe, denen die beobachteten Temperaturen zur Vergleichung beigefügt sind.

Tabelle II.

Drucke in Atmosphären	Temperatur Cels. berechnet nach Formel I	Temperatur Cels. beobachtet von Regnault	Differenz.
1	100,00	100,00	
1/2	82,06	81,71	— 0,35
1/4	65,74	65,36	— 0,38
1/8	50,88	50,64	— 0,24
1/16	37,35	37,31	— 0,04
1/32	25,04	25,14	+ 0,10
1/64	13,82	13,82	+ 0,00
1/128	3,62	3,69	+ 0,07
1/256	— 5,66	— 5,60	— 0,06

§ 2.

Nachdem im vorigen § gezeigt ist, dass das Gesetz bei den Drucken unterhalb einer Atmosphäre mit sehr grosser Annäherung besteht, ist auch bei höhern Drucken das Gesetz zu prüfen. Man erhält nach den Beobachtungen Regnault's folgende Temperaturen bei den entsprechenden Drucken.

Druck in Atmosphären	Temperatur Cels.
1	10,°00
2	120, 60
4	144, 00
8	170, 81

Bildet man wie früher die aufeinander folgenden Verhältnisse, so erhält man:

$$\frac{120{,}6 + 100}{100 + 100} = 1{,}103; \quad \frac{144{,}00 + 100}{120{,}6 + 100} = 1{,}106;$$

$$\frac{170{,}81 + 100}{144{,}00 + 105} = 1{,}107;$$

Die Verhältnisszahlen, welche nach dem Gesetze einander gleich sein sollen, zeigen deutlich die annähernde Gültigkeit des

Gesetzes, der Zuwachs beträgt nur 0,4 Procent. Nimmt man aus den Angaben des vorigen § die kleinste Verhältnisszahl nemlich 1,097 und vergleicht sie mit der jetzt erhaltenen grössten 1,107, so sieht man, dass die Differenz weniger als 1 Procent des Werthes ausmacht. Die Druckgrenzen, innerhalb derer dieser Unterschied auftritt, sind $^1/_{256}$ Atmosphäre und 8 Atmosphären oder ungefähr 3^{mm} und 6080^{mm} Quecksilber.

Das vorliegende Gesetz in Betreff des Wasserdampfes verhält sich ähnlich wie das Boyle'sche Gesetz in Hinsicht der leicht comprimirbaren Gase. Wie dieses um so genauer mit der Wirklichkeit stimmt, je kleiner die Drucke sind für welche es angewandt wird, ebenso stellt das vorgeführte Gesetz in niedrigen Drucken sehr nahe die beobachteten Werthe dar und zeigt um so grössere Abweichungen, je höher die Drucke werden.

Würde man beim Wasserdampf von einer andern Temperatur als -100^0 ausgehen, so würden die Verhältnisszahlen sich ändern, eine nennenswerthe grössere Uebereinstimmung derselben liesse sich aber nicht erzielen. Ich habe aber auch Werth darauf gelegt, diese Ausgangstemperatur so zu bestimmen, dass die Verhältnisszahlen in den niedrigen Drucken unterhalb einer Atmosphäre möglichst übereinstimmen, weil ich glaube, dass das Gesetz gerade bei diesen kleinen Drucken seinen vollkommensten Ausdruck finden muss. Setzt man in der Formel (Ia) $n = o$, um die Temperatur bei dem Drucke o zu bestimmen, so wird $b^{\log n} = o$ und daher die Temperatur $t_o = -100$. Dieses Resultat sagt aus, dass der Wasserdampf bei (-100^0) den Druck o besitzt, also bei (-100^0) das Wasser mit der Verdampfung beginnt.

§. 3.

Da eine Formel mit nur einer Constanten, wie in § 1 gezeigt ist, das einfache Gesetz darstellt, so liess sich ver-

muthen, dass auch die Abweichung des Wasserdampfes von diesem Gesetze, welche besonders in höheren Drucken auftritt, wogegen sie in niedrigen Drucken nicht beachtenswerth ist, sich leicht zum Ausdrucke bringen liess. Will man an der Formel (I) eine Correction anbringen, welche die erwähnten Abweichungen compensiren soll, so ist dieselbe so zu wählen, dass sie bei niedrigen Drucken nahezu verschwindet.

Bezeichnet man mit t_n die Temperatur des gesättigten Wasserdampfes bei einem Drucke von n Atmosphären, so wurde der Formel folgende Gestalt gegeben:

$$t_n = 200 \left\{ a \,.\, (n+1)^c \right\}^{\frac{\log n}{\log 2}} - 100 \qquad \text{(II)}$$

In dieser Formel

ist $c = 0{,}0033$

Die Formel nimmt dann entsprechend der Gleichnung (Ia) die folgende Form an:

$$t_n = 200 \left\{ b\,(n+1)^d \right\}^{\log n} - 100 \qquad \text{(II a)}$$

$$\text{wo } b = a^{\frac{1}{\log 2}} = 1{,}3652$$

$$\text{und } d = \frac{c}{\log 2} = 0{,}010965$$

Diese Formel wurde benutzt, um alle Werthe der folgenden Tabelle zu berechnen; da $(n+1)^d$ für kleine Werthe von n nahezu gleich 1 ist, in diesem Falle also der Factor $(n+1)^d$ kaum einen Einfluss auf das Resultat ausübt, so genügt die Formel ebenso für kleine, als für die grössten von Regnault beobachteten Drucke.

Tabelle III.

Druck in Atmosphären	Temperatur Cels. nach Regnault[1])	nach der Formell II a	Differenz
22,89	220,00	220,19	— 0,19
15,38	200,00	200,11	— 0,11
12,42	190,00	190,05	— 0,05
10	180,31	180,33	— 0,02
9	175,77	175,74	+ 0,03
8	170,81	170,76	+ 0,05
7	165,34	165,40	— 0,06
6	159,22	159,09	+ 0,13
5	152,22	152,05	+ 0,17
4	144,00	143,81	+ 0,11
3	133,91	133,70	+ 0,21
2	120,60	120,44	+ 0,17
1	100,00	100,00	+ 0,00
1/2	81,71	81,86	— 0,15
1/4	65,36	65,57	— 0,21
1/8	50,64	50,77	— 0,13
1/16	37,31	37,06	+ 0,25
1/32	25,14	25,12	+ 0,02
1/64	13,82	13,76	+ 0,06
1/128	3,69	3,76	— 0,07
1/256	—5,60	—5,50	+ 0,10

Eine Uebersicht der in der 4. Reihe gegebenen Differenzen zeigt, mit welcher Genauigkeit die Beobachtungen Regnault's durch die Formel II oder II a dargestellt werden.

Nachdem in der Formel II — durch die als Faktor von der Constanten a in der Formel I angebrachte Correction

1) Die Temperaturen für die Drucke von 10 bis 1 Atmosphäre sind aus Zeuner's Tabelle (Mechanische Wärmetheorie 1866. S. 254) entnommen.

$(n+1)^e$ — ein Ausdruck gefunden ist, welcher die Beobachtungen sehr gut wiedergibt, fragt es sich, ob die Abweichungen des Wasserdampfes von dem einfachen Gesetze sich nicht auch durch eine Eigenschaft des Dampfes selbst erklären lassen. Ich vermuthe, dass die Dichtigkeit des gesättigten Wasserdampfes jene Eigenschaft ist und bin damit beschäftigt, die Werthe, welche die mechanische Wärmetheorie für die Dichtigkeit des gesättigten Wasserdampfes liefert, in dieser Hinsicht zu verwerthen.

§ 4.

Das vorliegende Gesetz über den Zusammenhang der Spannkräfte und der zugehörigen Temperaturen des gesättigten Wasserdampfes bezieht sich nicht allein auf den Wasserdampf, sondern auch auf die Dämpfe anderer Flüssigkeiten, wenn ein von Dühring gefundenes Gesetz über die Siedetemperaturen verschiedener Flüssigkeiten bei demselben Drucke richtig ist. Das Dühring'sche Gesetz lässt sich so aussprechen: Siedet das Wasser unter einem Drucke von n Atmosphären, bei der Temperatur t_n und siedet eine andere Flüssigkeit (z. B. Alkohol) unter demselben Drucke bei der Temperatur T_n, so ist

$$T_n = r + q \cdot t_n \qquad \text{(III)}$$

wo r und q zwei constante Grössen sind, die von dem Drucke n unabhängig sind und nur von der Natur der zweiten Flüssigkeit abhängen [1].

Für Alkohol ist nach Dühring $r = -12{,}14$
$q = 0{,}904$

Nun ist nach der Formel (Ia)

$$t_n = 200 \cdot b^{\log n} - 100$$

1) Neue Grundgesetze zur rationellen Physik und Chemie von Dr. E. Dühring (1878) S. 77.

Daher nach Formel III

$$T_n = q \cdot 200 \cdot b^{\log n} - q \cdot 100 + r.$$

Setzt man $q \cdot 200 = A$

$$- q \cdot 100 + r = - B$$

so hat man

$$T_n = A \cdot b^{\log n} - B. \qquad \text{(IV)}$$

Man findet für Alkohol aus den Werthen für q und r

$$A = 180{,}8$$
$$B = 102{,}54$$

Die Formel (IV) sagt aus, dass für die gesättigten Dämpfe der zweiten Flüssigkeit (z. B. Alkohol) dasselbe Gesetz besteht wie für die Wasserdämpfe, nur sind die Temperaturen nicht von (-100^0) sondern von ($-$ B), (beim Alkohol von $-$ 102,54), an zu zählen.

Der Alkohol würde nach dem Werthe von $-$ 102,54, bei dieser Temperatur den Druck o besitzen, also mit der Verdampfung beginnen. Dühring hat für Wasser die Temperatur, bei welcher die Verdampfung beginnt, vermöge seines Gesetzes durch Vergleichung der Spannkräfte von Schwefel, Wasser und Glycerin innerhalb der Grenzen (-89^0) und (-120^0) bestimmt und dieselbe dann aus Gründen, deren Entwicklung uns hier zu weit führen würde, gleich (-100^0) gesetzt. Wie ich schon erwähnt habe, kann man den Ausgangspunkt (-100^0) beim Wasser um Weniges ändern, so dass der Beginn der Verdampfung sich nur bis auf einige Grade genau angeben lässt.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, das Verhältniss der beiden Gesetze, des Dühring'schen und des von mir aufgestellten Gesetzes nochmals darzulegen. Das Gesetz von Dühring bezieht sich auf den Zusammenhang der Siede-

temperaturen verschiedener Flüssigkeiten bei demselben Drucke, oder lehrt die Abhängigkeit der Spannkraftskurven verschiedener Flüssigkeiten untereinander kennen. Das von mir aufgestellte Gesetz hingegen zeigt den innern Zusammenhang, welchen eine Spannkraftscurve in ihren einzelnen Theilen besitzt, ein Zusammenhang, welcher sich aus dem Dühring'schen Gesetze nicht ableiten lässt. Nachdem aber dieser Zusammenhang durch das von mir aufgestellte Gesetz für einen Dampf, den Wasserdampf gefunden ist, folgt aus der Annahme des Dühring'schen Gesetzes, dass dieser Zusammenhang sich nicht allein auf die Dämpfe des Wassers beschränkt, sondern auch für die Dämpfe anderer Flüssigkeiten gilt.

Ebenso wie das von mir aufgestellte Gesetz Abweichungen in höhern Drucken zeigt, so zeigt auch, wie ich mich überzeugt habe, das Dühring'sche Gesetz solche Abweichungen. Wenn man daher eine Genauigkeit haben will, welche jener gleichkommt, die in der Tabelle III für Wasserdämpfe vorhanden ist, so muss man für jede Flüssigkeit in ähnlicher Art eine Correction berechnen, wie ich diese für den Wasserdampf ausgeführt habe. Ich will hierauf, ebenso wie auf die Consequenzen, welche das Gesetz zeigt in einer folgenden Arbeit eingehen.

Herr von Pettenkofer legt vor:

„Experimentelle Untersuchungen über Infection mit städtischem und industriellem Abwasser" von Dr. Rudolf Emmerich.

Einem 1000 Gramm schweren, erwachsenen Kaninchen kann man 70 ccm reines Wasser subcutan injiciren, ohne die Gesundheit des Thieres in merkbarer Weise zu alteriren. Jedes Wasser, welches erwachsene Kaninchen nach subcutaner Injection von 30—70 ccm nicht tödtet, oder nicht einmal eine Phlegmone hervorruft, enthält keine infectiösen Stoffe und kann auch vom Menschen ohne Gefahr getrunken werden.

I. Harn.

Prof. Simon (Heidelberg) injicirte Hunden $^3/_4$ Pfund frischen Menschenharn und beobachtete „keinerlei Veränderung im Wohlbefinden des Thieres". Ein grosser Hund vertrug sogar 4$^1/_2$ Pfund sauren Urins subcutan. Auch Menschen injicirte Simon bis zu 4 Drachmen frischen Harn unter die Haut, ohne irgend welchen Nachtheil zu beobachten. „Der saure Urin, sagt Simon, ist daher ebenso unschädlich wie Wasser". Dieses Resultat wurde durch experimentelle Untersuchungen von Menzel bestätigt.

Ich selbst injicirte einem 1020 g schweren Kaninchen 30 ccm frischen Urins; dasselbe blieb gesund.

Ganz anders verhält sich der faule, alkalisch reagirende Harn, indem derselbe schon nach Injection von 1 Drachme ausgedehnte jauchige Phlegmone und den Tod zur Folge hat. (Simon und Menzel.) Menzel glaubte, es handle sich dabei um Ammoniakvergiftung Der folgende Versuch, den ich anstellte, beweist jedoch, dass die Thiere septicämisch zu Grunde gehen.

Einem 1310 g schweren Kaninchen wurden 20 ccm Harn subcutan injicirt. Derselbe war 12 Tage alt. Der Ammoniakgehalt (nach der Methode von Mohr bestimmt) war 0,111 %. Das Thier erhielt somit höchstens 22 mg Ammoniak. Um ein Kaninchen zu tödten ist aber 1 g Ammoniak nothwendig. Das Thier bekam eine Temperaturerhöhung um 1,2° C und starb nach 43 Stunden unter Convulsionen. Sectionsresultat: Septicämie.

Ich trank wiederholt 400 ccm frischen Harn ohne irgend welchen Nachtheil zu verspüren. Nach den vorliegenden Versuchen ist frischer Harn, wie Simon mit Recht sagt, unschädlich wie Wasser.

Man hat daher keinen Grund die Einleitung desselben in grössere Flüsse zu verbieten. Da sich der Harn wenige Tage nach der Entleerung aus dem Organismus in eine intensiv wirkende Giftlösung umwandelt, so sollte vielmehr die Zurückhaltung desselben in der Nähe menschlicher Wohnungen, oder das Versickernlassen in den Untergrund der Städte als schädlich erkannt werden.

II. Menschlicher Darmkoth.

Menschlicher Darmkoth hat schon gleich nach der Entleerung, bei subcutaner Injection tödtliche Wirkungen.

Versuch: Einem 1350 g schweren Kaninchen wurden 12 ccm Kothwasser subcutan injicirt. 65 g Koth von Honig-

consistenz wurden mit 65 g Wasser geschüttelt und filtrirt. Das zum Versuch verwendete Filtrat war schwarzbraun und hatte starken Kothgeruch. Das Kaninchen bekam eine Temperatursteigerung um 2,4°C und starb nach 33 Stunden unter septicämischen Erscheinungen.

Koth in 2000 facher Verdünnung wirkte nach Injection von 50 ccm unter die Haut ebenfalls noch tödtlich.

Das zum Versuch verwendete Kaninchen war 1520 g schwer. Das Kothwasser war gelb gefärbt, durch suspendirte Theilchen getrübt und enthielt:

Milligramm im Liter:

Rückstand	Chlor	Ammoniak
69,0	3,9	1,0

Die Köpertemperatur des Versuchsthieres stieg um 1,5°C. Dasselbe starb nach 23½ Stunden unter heftigen Convulsionen.

In 10,000facher Verdünnung war Koth durch das Thierexperiment gerade noch nachweisbar. Ein 1170 g schweres Kaninchen starb nämlich nach Injection von 50 ccm, nachdem sich eine Temperatursteigerung um 1,9°C eingestellt und ein Abscess an den Bauchdecken gebildet hatte, nach 4 Tagen. 0,1 g Koth, welche mit 1 Liter Wasser verdünnt, abgedampft und dann mit 30 ccm destillirten Wassers behandelt worden waren, wirkten intensiver. Das Kaninchen starb nach 26 Stunden. Wasser, welches aus der Abtrittonne des Reisingerianum's Abends 5 Uhr abfloss enthielt:

Milligramm im Liter:

Rückstand	Chlor	Salpetersäure	Ammoniak
276,0	7,0	8,4	3,5

Dieses Wasser hatte dieselbe Beschaffenheit wie Koth, welcher mit Thalkirchner Wasser um das 10,000 fache verdünnt wurde. 40 ccm Abtritttonnenwasser, welche einem 1070 g schweren Kaninchen subcutan injicirt worden waren, hatten daher auch denselben Effect, wie das oben erwähnte

Kothwasser, welches den Koth in genannter Verdünnung enthielt. Das Thier starb nach 3 Tagen; nachdem ein Abscess am Bauche entstanden war, über welchem sich die Haut in Markstückgrösse brandig abstiess. Das aus einer Abtritttonne mit reichlicher Spülung abfliessende Wasser enthält also den Koth bereits so diluirt, dass derselbe fast nicht mehr experimentell nachzuweisen ist.

In 20,000facher Verdünnung ist Koth, auch nach subcutaner Injection von 60 ccm der Mischung bei erwachsenen Kaninchen wirkungslos. Wasser, welches Excremente in dieser oder in noch grösserer Verdünnung enthält, kann als Trinkwasser benützt werden.

Man kann daher zum Mindesten in Flüssen, durch welche (bei rascher Strömung) eine 100,000fache Verdünnung der menschlichen Excremente hervorgebracht wird, die Abschwemmung derselben ohne alle Bedenken gestatten.

III. Mischung von Koth und Harn etc. aus Abtrittgruben.

Wird Harn und Koth mit anderen Abfällen des menschlichen Haushaltes längere Zeit in sogenannten Odelgruben aufbewahrt, dann entsteht daraus, unter Entwickelung sehr übelriechender Fäulnissgase eine schon in sehr geringer Dosis toxisch wirkende Flüssigkeit. Die Flüssigkeit aus einer Abtrittgrube in der Kreuzgasse enthielt:

Gramme pro Liter:

Rückstand	Glühverlust	Chlor
19,450	11,560	2,343

Von dieser stinkenden Flüssigkeit wurden einem erwachsenen Kaninchen von 1750 g Körpergewicht nur 8 ccm subrutan injicirt. Das Thier verendete schon nach 16 Stunden unter Convulsionen. Section: Gehirn und Gehirnhäute blutreich. Die Dünndarmschleimhaut sehr hyperämisch,

in ihrer ganzen Ausdehnung mit Ecchymosen übersäet. Die Peyer'schen Plaques markig geschwellt.

Ein anderes kleineres Kaninchen, welchem von dem auf der Oberfläche der Abtrittjauche befindlichen Pilzbeleg eine Lancettespitze voll eingeimpft wurde, starb nach 10 Tagen. Die Dünndarmschleimhaut war hyperämisch und an drei Stellen ulcerirt.

Die Abtrittflüssigkeit hat also den gleichen Grad von Giftigkeit wie eine Strychninlösung, welche in 100 g 7,5 mg Strychnin enthält.

IV. Strassenwasser.

Unter Strassenwasser verstehen wir das, nach Regen und Thauwetter in Folge ungenügender Reinhaltung, schlechter Construction und Pflasterung der Strassen, auf deren Oberfläche stagnirende oder langsam in die Strassenrinnen abfliessende Meteorwasser. Die Betrachtung desselben schliesst sich insofern den vorausgegangenen beiden Kapiteln am besten an, weil dieses Wasser thatsächlich nichts anderes repräsentirt als verdünnte thierische Fäcalflüssigkeit.

Dasselbe enthält:

	Gramme pro Liter:			
	Rückstand	Chlor	Organ. Stoffe	Ammoniak
5. Febr. 1879	1,584	0,403	1,975	0,010
7. März 1879	7,704	2,870	1,801	0,020

Betrachtet man das Resultat dieser beiden Analysen von Strassenwasser, so erkennt man leicht den grossen Gehalt desselben an löslichen Bestandtheilen aus Excrementen, besonders aus Harn, so dass der für den Schmutz der Strassen gebräuchliche Name „Koth" gerechtfertigt erscheint. Es wird uns klar, welch' appetitliche Stoffe wir bei einer Promenade in der Stadt mit dem Strassenstaub einathmen und verschlucken und was wir mit unseren staubigen Kleidern und Schuhen in die Wohnungen tragen.

Das Strassenwasser vom 5. Februar und 7. März wurde zum Infections-Experiment verwendet. Von dem ersteren erhielt ein 1120 g schweres Kaninchen 36 ccm subcutan. Es stellte sich eine Erhöhung der Körpertemperatur um 1,4°C (im Maximum) ein. Das Kaninchen bekam eine Phlegmone der Bauchdecken und die Bauchhaut gangränescirte in Thalergrösse. Während dieses circa 8 Tage dauernden Vorganges bewegte sich die Körpertemperatur zwischen 39,0 und 40,4°C. Das Thier blieb jedoch am Leben.

Von dem am 7. März gesammelten Strassenwasser erhielt ein 1220 g schweres Kaninchen 36 ccm subcutan. Die Körpertemperatur stieg um 1,4°C. Das Thier bekam starken Meteorismus, der bis zum Tode anhielt. Der Tod trat nach 17½ Stunden unter Convulsionen ein. Der Sectionsbefund war der für Septicämie charakteristische. Eine Phlegmone der Bauchdecken war jedoch nicht vorhanden, die injicirte Flüssigkeit war vollständig resorbirt.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass das Strassenwasser wenigstens zeitweise faulende, infectiöse organische Stoffe enthält und somit häufig in hohem Grade zur Verschlechterung des Canalwassers beiträgt.

V. Zimmerboden-Putzwasser.

Die Harn- und Kothbestandtheile, die wir im Strassenwasser nur zu deutlich erkennen, finden wir in dem Wasser, mit welchem ein Zimmerboden aufgewaschen wurde, wieder.

In frischem Zustande ist ein solches Wasser ungefährlich. Dasselbe enthielt:

Milligramm im Liter:

Rückstand	Chlor	Salpetersäure	Ammoniak
964,0	65,6	10,8	0,2

10 ccm dieses Wassers reducirten 21,6 ccm Chamäleonlösung, welche 0,34 g Kaliumpermanganat in 1 Liter enthielt.

Das reine zum Aufwaschen verwendete Wasser enthielt:

Milligramm pro Liter:			
Rückstand	Chlor	Salpetersäure	Ammoniak
255,0	0,7	Spur	0,000

Von obigem Zimmerboden-Putzwasser wurden einem 1410 g schweren Kaninchen 40 ccm und einem 1295 g schweren Thiere 64 ccm subcutan injicirt. Das Wasser war in beiden Fällen rasch resorbirt, ohne eine Phlegmone an den Bauchdecken zu hinterlassen. Die Körpertemperatur stieg im ersten Falle um 0,8°C, im zweiten um 1,0°C. Beide Thiere blieben am Leben.

Nach 10tägigem Stehen an der Luft bei 10 bis 12°C wurde dasselbe Wasser in der Quantität von 35 ccm einem 995 g schweren Kaninchen subcutan injicirt. Das Wasser enthielt nun zahlreiche Stäbchen- und Schraubenbakterien und der Ammoniakgehalt war auf 10 mg pro Liter gestiegen. Das Kaninchen entleerte wurstförmigen Koth und starb nach 18 Stunden. Das Gehirnblut und die Milz wurden unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln mikroscopisch untersucht und zahlreiche Mikrococcen gefunden. Die Section ergab den öfter erwähnten Befund.

Aehnliche Resultate wurden mit frischem und faulendem Gemüsewasser und mit Küchenspülwasser erzielt. Alle diese Flüssigkeiten, werden in frischem Zustande in Mengen von 50 bis 60 ccm subcutan injicirt von den Thieren gut vertragen, während nach 8 bis 14 tägigem Stehen die Hälfte der eben erwähnten Menge genügt, um die Thiere zu tödten. Viele Gewerbe-Abwasser wie z. B. das Weichwasser aus Gerbereien, die Flüssigkeit aus Aescher- und Kalkgruben wirken schon nach Injection relativ geringer Quantitäten tödtlich.

Herr Vogel überreicht der Classe die 5. Auflage seiner gemeinschaftlich mit Dr. Wein herausgegebenen

„Anleitung zur quantitativen Analyse landwirthschaftlich wichtiger Stoffe in praktischen Beispielen Berlin 1879.“

In der Classensitzung vom 1. März 1873 habe ich die Ehre gehabt, der Classe die 4. Auflage meiner „Praktischen Uebungsbeispiele“ vorzulegen. Bei der nun erfolgten Herausgabe der 5. Auflage möchte ich die vor Jahren gewährte Erlaubniss abermals in Anspruch nehmen. Das kleine Buch hat unter neuem Titel und Verlag vollkommen veränderte Form erhalten. Zunächst ist von der Anleitung zur Werthbestimmung rein technischer Produkte, welche in den früheren Ausgaben ausführlich behandelt war, Umgang genommen, dagegen mehr entsprechend dem neueren Zwecke, land- und forstwirthschaftlicher Unterricht, der Untersuchung landwirthschaftlich wichtiger Stoffe eingehend Rücksicht zugewendet worden. Als neubearbeitet ist zu erwähnen der Boden und seine Verbesserungsmittel, künstliche Düngmittel, Futtermittel, sämmtliche Molkerei-Produkte. Es war mein Wunsch, für die neue Auflage einen bewährten agrikulturchemischen Mitbearbeiter zu gewinnen. Herr Dr. Ernst Wein — seit einer Reihe von Jahren selbständiger Leiter der Münchener landwirthschaftlichen Versuchsstation — ist meinem Wunsche entgegengekommen. Ein besonders erfreuliches Zeichen der Anerkennung glaube ich darin finden zu dürfen, dass mein verehrter Freund und Collega Professor Dr. Ebermayer in Uebereinstimmung mit mir diese Anleitung bei dem quantitativen Theile unserer praktischen Uebungen zu Grunde gelegt hat.

Sitzung vom 7. Juni 1879 (Nachtrag).

Herr Professor v. Nägeli legt eine Abhandlung vor:

„Ueber die Bewegungen kleinster Körperchen."

In der Sitzung der math.-phys. Classe vom 3. Mai wurde von Herrn Geh.-Rath von Pettenkofer eine Mittheilung über Experimente gemacht, welche Herr Dr. Soyka im hygienischen Institut ausgeführt hatte, und durch welche bewiesen werden sollte, dass eine Luftströmung von der minimalen Geschwindigkeit von kaum mehr als 2 cm. in der Secunde Fäulnisspilze von einer faulen Flüssigkeit wegführe, — und daraus die Unrichtigkeit meiner Angaben über den nämlichen Gegenstand in der Schrift über die niederen Pilze gefolgert.

Ich habe in jener Schrift bekannte physikalische Thatsachen für eine Theorie bezüglich des Wegführens von Spaltpilzen, die auf einer mehr oder weniger feuchten Unterlage befindlich sind, in die Luft und bezüglich ihres weiteren Transportes benutzt. Die wenigen Versuche, die ich angestellt hatte, bestätigten vollkommen die theoretischen Forderungen, so dass ich es für überflüssig hielt, dieser Sache auf experimentellem Wege weiter nachzugehen. Der Widerspruch, der jetzt im Schosse der Akademie mit dem Anspruch exacter experimenteller Begründung erhoben wird, veranlasst mich, diese Frage in Betracht ihrer wissenschaftlichen und mehr noch ihrer hohen praktischen Wichtigkeit noch einmal aufzunehmen und die Ergebnisse gleichfalls der Akademie vorzulegen.

In der Schrift über die „Niedern Pilze" habe ich die Theorie nur ganz kurz behandelt. Die mehr populäre Haltung des Werkes erlaubte keine tiefere wissenschaftliche Erörterung. Indem ich jetzt in diese Erörterung eintrete, will ich dieselbe nicht blos auf die Befriedigung eines bestimmten praktischen Zweckes beschränken, sondern ganz allgemein die Bewegungen kleinster Körperchen, die wir als Staub bezeichnen, zum Gegenstand meiner Betrachtungen machen und zwar in drei Beziehungen: Bewegungen in der Luft, Bewegungen im Wasser und Wegführen von einer nassen oder trockenen Unterlage in die Luft. Ich werde dabei allerdings meine besondere Aufmerksamkeit denjenigen Fragen zuwenden, deren Beantwortung für die Verbreitung der niederen Pilze (somit auch der Miasmen und Contagien) wichtig und entscheidend ist.

Zur Charakterisirung des zu besprechenden Objects bemerke ich im Voraus, dass ich, wie es bereits in den „Niederen Pilzen" geschehen ist, von den in der Luft befindlichen Staubkörperchen nach ihrer Grösse drei Gruppen unterscheide:

1. Sichtbare (gröbere) Stäubchen, die man von blossem Auge einzeln bei jeder Beleuchtung sieht. Sie werden durch Winde von der Strasse oder durch den Kehrbesen vom Zimmerboden aufgewirbelt und fallen im Allgemeinen bei einigermassen ruhiger Luft sehr bald nieder.

2. Sonnenstäubchen, die man nur, wenn sie von einem Sonnenstrahl beleuchtet sind und sich auf einem matteren Hintergrunde abheben, deutlich sieht. Auch in der scheinbar ruhigen Luft eines geschlossenen Zimmers sinken die meisten nicht zu Boden.

3. Unsichtbare Stäubchen, die man auch in dem durch eine Ritze in ein dunkles Zimmer einfallenden Sonnenstrahl nicht sieht. Sie werden in ihrer Mehrzahl selbst von den schwächsten Luftströmungen und in der

ruhigsten uns in grösseren Räumen bekannten Luft schwebend erhalten. Hieher gehören z. B. alle Spaltpilze, ebenso die den Rauch zusammensetzenden Körperchen, ferner die Bläschen des ziemlich trockenen Nebels.

Von den in einer Flüssigkeit befindlichen Staubkörperchen können wir gleichfalls drei Gruppen unterscheiden, die jedoch mit den ebengenannten nicht zusammenfallen:

1. Nicht tanzende Körperchen. Sie bleiben wegen ihres grösseren Gewichtes in Ruhe, wenigstens für das mit dem Mikroskop bewaffnete Auge.

2. Tanzkörperchen. Sie zeigen unter dem Mikroskop die durch Molekularkräfte verursachte Tanzbewegung (Brown'sche „Molecularbewegung"), fallen aber durch ihr Gewicht doch bald auf den Grund.

3. Schwebekörperchen. Sie sind so klein und leicht, dass sie in einer ganz ruhigen Flüssigkeit durch die Molekularkräfte festgehalten werden und nicht zu Boden sinken. Man kennt bis jetzt nur sehr wenige Substanzen in dieser feinen und für das Mikroskop kaum noch wahrnehmbaren Vertheilung.

I. Bewegungen in der Luft.

Rücksichtlich dieser Bewegungen wissen wir, dass die Luft unserer Zimmer mit Staub erfüllt ist, welcher darin herumfliegt. Wir sehen diese Staubtheilchen gewöhnlich nicht; manche derselben werden uns aber in dem Sonnenstrahl, der in ein verdunkeltes Zimmer fällt, als „tanzende Sonnenstäubchen" sichtbar. Wir wissen, dass ein starker Wind den Staub in den Strassen aufwirbelt, dass der Aschenregen von Vulkanen sich über ganze Länder verbreitet, und dass der Passatstaub aus fernen Welttheilen durch Luftströmungen hergeführt wird.

Es gibt, ausser der allgemeinen Anziehung der Erde, die das Fallen bewirkt, und ausser der nur ausnahmsweise zur Geltung kommenden elektrischen Anziehung und Abstossung, blos zwei Ursachen, von welchen allenfalls die Bewegungen der Staubkörperchen in der Luft abgeleitet werden können, nämlich die Stösse der einzelnen Luftmolecüle und die Massenbewegungen (Strömungen) der Luft.

Seitdem die Vorstellung, dass die Molecüle der Gase mit grosser Geschwindigkeit durch einander fliegen, in der Physik Eingang und wegen ihrer unwiderleglichen Begründung allgemeine Zustimmung gefunden hat, liess sich auch die Vermuthung aufstellen, dass die „tanzende Bewegung" der Sonnenstäubchen durch den häufigen und in verschiedenen Richtungen wirkenden Anstoss der Gasmolecüle verursacht werde.[1]) Und man könnte selbst noch weiter gehen und vermuthen, dass die allerkleinsten Stäubchen, in dieser Weise wie elastische Bälle herumgeworfen, sich wie die Luftmolecüle selber verhielten und dauernd suspendirt erhalten blieben.

Man könnte zur Begründung des Letzteren anführen, dass die Gase von ungleichem Moleculargewicht sich gleichmässig in einem gegebenen Raume verbreiten und dass in der Atmosphäre bis auf jede zugängliche Höhe die Stickstoff- und Sauerstoffmolecüle in gleichem Verhältnisse gemengt sind, obgleich sie ungleiches Gewicht haben und von der Erde ungleich stark angezogen werden.

Allein die Beziehungen, welche zwischen den verschiedenartigen Gasmolecülen bestehen, können aus zwei Gründen nicht auf die Staubkörperchen ausgedehnt werden, auch wenn diese vollkommen elastisch wären.

Einmal hat das spezifische Gewicht bei den Gasmolecülen, wo es übrigens gar nicht bekannt ist, keine Be-

---

1) Naumann allgem. u. physikal. Chemie S. 11

deutung, wohl aber bei den Staubkörperchen. In der Luft verdrängen die Stickstoffmolecüle und die Sauerstoffmolecüle nicht einander, sondern den Aether, dessen Raum sie einnehmen, und da dieser so gut wie gewichtslos ist, so hat kein Molecül ein grösseres Bestreben zu fallen als die übrigen. Die Verbreitung der Gasmolecüle im Luftraume erfolgt also nur nach den mechanischen Bewegungsgesetzen, wobei die Molecüle von verschiedenem Gewicht eine ungleiche Geschwindigkeit annehmen, aber durchschnittlich die gleiche kinetische Energie besitzen. — Grössere Körperchen dagegen haben immer das Bestreben zu sinken, weil sie ein bestimmtes Luftvolum (eine grosse Zahl von Molecülen) verdrängen und von der Erde stärker angezogen werden als gleich grosse Luftmassen.

Der zweite Grund, warum die Bewegungen der Gasmolecüle nicht zu einem Schluss auf die Bewegungen der Staubkörperchen benutzt werden dürfen, ist der, weil die letzteren wegen ihres ungleich grösseren Gewichts einer ganz anderen Ordnung von Körpern angehören. Wegen dieses grösseren Gewichtes sind sie in der That mitten unter den hin und herfliegenden Luftmolecülen so gut wie in vollkommener Ruhe, und es kann auch von einem Tanzen oder Zittern der Sonnenstäubchen in Folge der Molecularstösse nicht wohl die Rede sein.

Diess lässt sich leicht durch eine Berechnung der Zahl und der Energie der Molecularstösse darthun, welche ein Körperchen von bestimmter Grösse unter bestimmten Verhältnissen in der Luft erfährt. Eine solche Berechnung hat einen sichern Boden, seitdem man, Dank der mechanischen Gastheorie, eine ziemlich genaue Vorstellung von dem Gewicht und der Geschwindigkeit der Gasmolecüle hat. Wenn auch die absoluten Werthe, die man nach dieser Theorie auf verschiedenen Wegen erhält, nicht vollkommen übereinstimmen, so weichen sie doch nur wenig von

einander ab, und was auch diejenigen, welche Angaben über moleculare Dinge nur mit Zweifeln aufzunehmen geneigt sind, beruhigen kann, ist der Umstand, dass andere physikalische Betrachtungen verschiedene Physiker auf eine absolute Grösse der Molecüle in festen und flüssigen Körpern geführt haben, welche der aus dem berechneten Gewicht der Gasmolecüle sich ergebenden Grösse ziemlich nahe kommt, — so dass es für die Vergleichung der Molecüle mit Körpern von wahrnehmbarer Grösse ganz gleichgültig ist, ob man der einen oder andern Angabe folge.

Nehmen wir an, dass in 1 cbcm. Gas bei 0° und bei einem Druck von 760 mm Quecksilber 21 Trillionen Molecüle enthalten seien, so hat das Sauerstoffmolecül ein Gewicht von 7- und das Stickstoffmolecül ein solches von 6 hunderttausendtrillionstel Gramm. Das erstere bewegt sich mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit von 461 m., das letztere mit der Geschwindigkeit von 492 m. in der Secunde, so dass die kinetische Energie $\left(\frac{1}{2} m v^2\right)$ für das eine und andere im Mittel gleich gross ist.

Die Gasmolecüle verhalten sich bei ihren gegenseitigen Stössen wie vollkommen elastische Körper. Wenn sie an ein Staubkörperchen anprallen, so kann dieses entweder gleichfalls eine vollkommene Elastizität bewähren, oder aber nicht. Für den ersteren Fall lässt sich die Geschwindigkeit berechnen, welche das in Ruhe gedachte Körperchen durch den einzelnen Stoss erlangt, oder was das Nämliche ist, die Veränderung der ihm bereits eigenthümlichen Geschwindigkeit. Diese durch den Stoss erlangte Beschleunigung ist $\frac{2 . a . v}{a + b}$, wenn a das Gewicht des anstossenden Luftmolecüls, v seine Geschwindigkeit und b das Gewicht des Körperchens ist.

Betrachten wir zuerst die leichtesten Stäubchen, von deren Existenz wir Kenntniss haben. Es sind die kleinsten Spaltpilze (Micrococcus), welche mit Wasser imbibirt nicht mehr als 0,5 mik. (0,0005 mm) gross sind und sich mit den besten Vergrösserungen eben noch deutlich wahrnehmen lassen. Im trockenen Staubzustande, wie sie in der Luft herumfliegen, hat sich ihr Durchmesser auf die Hälfte verkleinert und das Gewicht beträgt 1 fünfzigbillionstel Gramm. Ein solches Stäubchen ist also 300 Millionen mal schwerer als ein Sauerstoff- oder Stickstoffmolecül, und die Geschwindigkeit, welche ihm durch den Stoss eines der letzteren ertheilt wird, beträgt kaum 0,002 mm in der Secunde, erreicht also noch nicht die Geschwindigkeit des Stundenzeigers einer Taschenuhr.

Die grösseren in der Luft befindlichen Körperchen erfahren durch den Stoss eines Luftmolecüls entsprechend geringere Veränderungen in ihren Bewegungen. Für einen Spaltpilz von 1 billionstel Gramm Gewicht, wie er am häufigsten in der Luft vorkommt, beträgt die Beschleunigung 0,00003 mm, für ein grösseres Weizenstärkekorn (Gewicht 0,000015 mg) 0,000000'004 mm, für ein mittleres Kartoffelstärkekorn (Gewicht 0,0001 mg) 0,000000'0006 mm und für ein gewöhnliches Sonnenstäubchen, dessen Gewicht etwa 0,001 mg ausmacht, sinkt die durch einen Molecularstoss erlangte Beschleunigung auf 0,000000'00006 mm in der Secunde, ist also 50 Millionen mal langsamer als die Bewegung des Stundenzeigers einer Taschenuhr.

In Wirklichkeit müssen die Beschleunigungen noch geringer sein, als soeben angegeben wurde, theils weil der Luftwiderstand, den die sich bewegenden Stäubchen zu überwinden haben, vernachlässigt, theils weil vollkommene Elastizität der Stäubchen angenommen wurde, während es wohl unzweifelhaft ist, dass ein Theil der lebendigen Kraft des Stosses für innere Arbeit verwendet wird.

Nun wird zwar ein Staubkörperchen zu gleicher Zeit nicht bloss von einem, sondern von einer Unzahl von Molecularstössen getroffen. Aber selbst viele Millionen gleichzeitig in der nämlichen Richtung erfolgende Stösse würden an einem Sonnenstäubchen noch keine sichtbare Bewegung hervorbringen. Ueberdem prallen die Luftmolecüle von allen Richtungen her an und heben sich in ihrer Wirkung um so vollständiger auf, je grösser ihre Zahl ist. Ein kugeliges Stäubchen von 0,001 mm Durchmesser, das also zu den kleineren gehört und lange nicht so gross ist, um als Sonnenstäubchen gesehen zu werden, wird in der Secunde etwa von 1 Billion Luftmolecülen angestossen.[1]) Ein wirkliches Sonnenstäubchen aber erfährt eine noch viel grössere Zahl von Stössen.

---

1) Die Rechnung kann in verschiedener Weise ausgeführt werden, wobei die Annahme, dass die Luftmolecüle einen Raum geradlinig durchlaufen, das nämliche Resultat gibt, wie wenn man, der Wirklichkeit entsprechend, jede Bewegungsrichtung in Folge der zahlreichen Zusammenstösse aus vielen kleinen Bewegungsstücken sich zusammengesetzt denkt. Einmal kann man von den in einem kugeligen Luftraume von 0,001 mm Durchmesser enthaltenen Molecülen ausgehen, deren Zahl 11 Millionen beträgt, welche in dem angegebenen Raume einen mittleren Weg von 0,000523 mm zurücklegen und die in 1 Secunde in Folge ihrer mittleren Geschwindigkeit von 485 m, 930 Millionen mal mit anderen abwechseln. Die Zahl der während 1 Secunde durch einen Luftraum hindurchgehenden Molecüle giebt die Zahl der Molecularstösse auf einen soliden Körper von gleicher Grösse und Gestalt an: in diesem Falle 930 Millionen mal 11 Millionen oder 10000 Billionen. — Wenn man sich den kleinen Raum von 0,001 mm Durchmesser als Hohlkugel denkt, so drückt die angegebene Zahl die während 1 Secunde auf die innere Wandung erfolgenden Molecularstösse aus, welche selbstverständlich den von aussen anprallenden Stössen, denen sie das Gegengewicht halten, an Zahl gleichkommen.

Man kann anderseits von einem beliebig grossen Luftraum, z. B. von einer Hohlkugel von 1 m Durchmesser, in welcher sich an irgend einer beliebigen Stelle das Staubkörperchen befindet, ausgehen. In dieser Hohlkugel sind 11 Quadrillionen Molecüle enthalten, von denen jedes

Die Bewegung, welche einem Sonnenstäubchen und überhaupt einem in der Luft befindlichen Staubkörperchen durch den Stoss eines einzelnen Gasmolecüls oder einer Vielzahl solcher Molecüle ertheilt wird, ist also so äusserst gering, und die Zahl der von allen Seiten gleichzeitig erfolgenden und sich gegenseitig aufhebenden Stösse ist so ausserordentlich gross, dass das Körperchen sich gerade so verhält, als ob es gar nicht angestossen würde. Es befindet sich daher in vollkommener Ruhe, soweit es nicht von Luftströmungen umhergeführt und durch sein Gewicht niedergezogen wird. In der That beobachtet man an den Sonnenstäubchen nichts von einer zitternden oder hüpfenden Bewegung wie etwa an den in Flüssigkeiten tanzenden Körperchen, sondern sie gleiten je nach den Luftströmungen langsamer und schneller neben und durcheinander. Und wenn zahlreiche Sonnenstäubchen etwa ein Flimmern und dadurch den Anschein einer hüpfenden Bewegung zeigen, so geschieht es, weil in Folge der Lageveränderungen bald das eine, bald das andere von dem Sonnenstrahl getroffen wird, aufblitzt und sich wieder unsichtbar macht.

Wenn die Bewegungen der Staubkörperchen in der Luft allein durch die Luftströmungen verursacht werden, so hängt Alles von der Frage ab: Wodurch werden sie schwebend erhalten? Aus der Beantwortung ergibt sich

während 1 Secunde durchschnittlich $\frac{485}{0,523}$ oder 930 Mal durch den Raum geht und somit möglicher Weise das Körperchen antrifft. Alle Molecüle zusammen machen 10000 Quadrillionen solcher Excursionen. Der grösste Querschnitt des Staubkörperchens nimmt den billionsten Theil des grössten Querschnitts der Hohlkugel ein. Von allen Luftmolecülen, die parallel einer bestimmten Richtung gehen, trifft also der billionste Theil das Körperchen, und im gleichen Verhältniss wird dasselbe auf allen Seiten von der Gesammtzahl der Excursionen aller Molecüle getroffen, nämlich von 10000 Billionen im Laufe einer Secunde.

dann sogleich auch, unter welchen Umständen sie steigen, sinken und seitliche Bewegungen ausführen.

Bleibt ein in der Luft befindliches Körperchen schwebend in gleichem Abstande von der Erde, so ist dies nur möglich, wenn eine aufsteigende Luftbewegung seiner Fallbewegung gerade das Gleichgewicht hält. Die erforderliche Geschwindigkeit dieser Luftströmung lässt sich nun für jeden Körper von bestimmter Grösse, Gestalt und specifischem Gewicht berechnen.

Wir können als Analogie uns an ein Gefäss mit Wasser erinnern, dessen Ausflussöffnung nach oben gerichtet ist. Der daraus hervorspringende Flüssigkeitsstrahl erhebt sich beinahe zum Wasserspiegel im Gefäss; die Differenz in der Höhe kommt auf Rechnung der Reibung und des zurückfallenden Wassers. Die Ausflussgeschwindigkeit entspricht der Höhe der Flüssigkeitssäule vom Spiegel bis zum Ausflusse und ist die nämliche, wie wenn ein schwerer Körper durch diese Höhe frei gefallen wäre, also

$$v = \sqrt{2 g h}.$$

Diese Geschwindigkeit des ausfliessenden Wassers hält das Gleichgewicht einer Wassersäule von gleichem Querschnitt und der Höhe h, und ist selbstverständlich auch im Stande, irgend einen anderen Körper von dem nämlichen Gewichte zu tragen.

Der aufsteigende Luftstrom verhält sich rücksichtlich der Tragkraft wie der Wasserstrom, mit dem Unterschiede, dass die Luft bei der Temperatur 0 und dem Druck einer Atmosphäre 770 mal weniger Masse enthält als das Wasser und somit bloss ein 770 mal geringeres Gewicht zu tragen vermag.

Für den Fall, dass der zu tragende Körper ein anderes spezifisches Gewicht hat, als die strömende Flüssigkeit, gilt

die Formel $v = \sqrt{\frac{2\,g\,h\,\gamma_1}{\gamma}}$, worin g der Coefficient der Beschleunigung, h der mittlere verticale Durchmesser des Körpers, γ_1 sein spezifisches Gewicht und γ das spezifische Gewicht der Flüssigkeit ist. Ist h, γ_1 und γ bekannt, so berechnet sich daraus die Geschwindigkeit v. Ist die letztere gegeben, so kann daraus h gefunden werden:

$$h = \frac{\gamma\,v^2}{2\,g\,\gamma_1}.$$

Das spezifische Gewicht (γ_1) lufttrockener organischer Körper ohne grössere Poren ist im Allgemeinen 1,5. Insofern dieselben durch einen Luftstrom getragen werden sollen, hat man $v = \sqrt{\frac{2\,.\,9{,}81\,.\,h\,.\,1{,}5}{0{,}0013}}$ oder

$$v = 150{,}46\,\sqrt{h}$$

und $h = 22638\,.\,v^2$, worin v und h in Metern ausgedrückt sind.

Hiezu ist zu bemerken, dass v die Geschwindigkeit des senkrecht aufsteigenden Luftstromes oder die senkrecht aufsteigende Componente der Geschwindigkeit eines schiefen Luftstromes ist bei einer Temperatur von 0^0 und einem Barometerstand von 760 mm Quecksilber. h drückt die durchschnittliche verticale Höhe des getragenen Körpers aus. Die Grösse seiner horizontalen Querschnittsfläche kommt im Allgemeinen nicht in Betracht, da sie kleiner gedacht ist als der Querschnitt des Luftstromes. Sie hat nur insofern Bedeutung als ein breiterer Körper der Luft einen etwas grösseren Widerstand darbietet als ein schmälerer, sonst aber gleicher Körper, da an den Rändern die Tragkraft derselben nicht voll ausgenützt wird; ein horizontales Brett wird von der Luft etwas leichter getragen, als ein von diesem Brett abgeschnittenes kleines Stück. Aus dem gleichen Grunde hat auch die Gestalt des Querschnitts

etwelchen Einfluss; ein schmales Rechteck wird weniger leicht getragen als ein Quadrat von gleichem Flächeninhalte. Dies gilt für grössere Körper; für mikroskopische Körperchen kehrt sich, wie ich zeigen werde, das Verhältniss um, weil bei ihnen ein neuer Factor zur Geltung kommt.

Ausser der Gestalt des horizontalen Querschnittes ist auch die Gestaltung der abwärts gerichteten (dem Luftstrome ausgesetzten) Oberfläche des getragenen Körpers von Bedeutung für das Resultat, indem der Druck der Luft um so geringer ausfällt, je mehr sich diese Oberfläche zur Pyramiden- und Kegelform erhebt, und um so grösser, je mehr sie zur ebenen oder gar zur concaven Fläche zurücksinkt. In gleichem Sinne, nur in geringerem Masse, wirkt die Gestaltung der aufwärts (dem Strome abgekehrten) Oberfläche.

Endlich übt auch die Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstromes, welcher zum Tragen des Körpers erforderlich ist, einen modificirenden Einfluss aus. Während bei langsamen Strömungen die mechanische Kraft dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist, erreicht sie bei grösserer Geschwindigkeit einen höheren Werth wegen der Luftverdichtung vor und der Luftverdünnung hinter dem Körper.

Wenn ein Körper in der Luft fällt, so nimmt die Fallgeschwindigkeit im Anfange stetig zu. Nach längerer oder kürzerer Zeit wird sie constant, — nämlich sobald sie so gross geworden, dass der Luftwiderstand der Beschleunigung das Gleichgewicht hält. Dieser Zustand tritt natürlich um so schneller ein, je geringer das spezifische Gewicht und der verticale Durchmesser des fallenden Körpers ist.

Die constante Geschwindigkeit, die ein Körper beim Fallen in ruhiger Luft erlangt, ist genau diejenige, die

ein aufsteigender Luftstrom annehmen muss, um diesen Körper schwebend zu erhalten. Also gelten auch hier die allgemeinen Formeln $v = \sqrt{2\,g\,h}$ und $v = \sqrt{\frac{2\,g\,h\,\gamma_1}{\gamma}}$, und für den Fall, dass das spezifische Gewicht des Körpers $= 1{,}5$ ist, die Formel $v = 150{,}46\,\sqrt{h}$.[1])

Die verschiedenen Umstände, welche das Getragenwerden eines Körpers durch einen aufsteigenden Luftstrom modifiziren, machen sich ganz in der nämlichen Weise beim Constantwerden des Fallens geltend. Es sind die Grösse und die Gestalt des horizontalen Querschnitts, die Modellirung der abwärts und der aufwärts gekehrten Oberfläche und die absolute Geschwindigkeit des Falles.

Man kann sich leicht von der Richtigkeit des Gesagten überzeugen, indem man entweder leichte Körper durch einen künstlichen aufsteigenden Luftstrom von bekannter Geschwindigkeit schwebend erhält, oder was eher auszuführen ist, indem man sie in ruhiger Luft fallen lässt und die sehr bald erreichte Fallgeschwindigkeit bestimmt. Man kann sich dabei flacher Körper bedienen: dünner Papierblätter, sehr dünner Metallblättchen u. dgl., welche während des Falles ihre horizontale Lage behalten müssen. Da die Dicke und oft auch das spezifische Gewicht dieser Körper nicht genau zu ermitteln sind, so wird durch Wägen eines

---

1) Die Identität der constanten Geschwindigkeit eines fallenden Körpers in ruhiger Luft mit der Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms, die dem in Ruhe befindlichen Körper das Gleichgewicht hält, ergiebt sich schon aus der Erwägung, dass die Geschwindigkeit, die wir einem Körper im Vergleich mit einem anderen zuschreiben, nur die Differenz der Geschwindigkeiten beider ist, und dass es für alle mechanischen Betrachtungen auf das Gleiche herauskommt, ob man den einen oder den andern in absoluter Ruhe verweilen oder ob man beide sich bewegen lässt, wenn nur der Unterschied in der Bewegung der nämliche bleibt.

grössern Blattes das Gewicht der Flächeneinheit bestimmt und daraus die Dicke einer Wasserschicht von gleichem Gewicht (h,) berechnet. Man erhält dann die Formel $v = \sqrt{\frac{2\,g\,h,}{s}}$, worin s das spezifische Gewicht der Luft verglichen mit Wasser bedeutet; also $v = \sqrt{\frac{2 \,.\, 9{,}81\ h,}{0{,}0013}}$ oder

$$v = 122{,}85 \sqrt{h,},$$

indem für v und h, der Werth in Metern einzusetzen ist.[1])

Die Schwierigkeit bei solchen Versuchen besteht darin, dass die dünnen Blätter beim Fallen bald ins Schwanken gerathen und schiefe Lagen annehmen. Am besten gelingt der Versuch bei Goldschlägerhaut, welche wegen ihrer ausserordentlichen Dünnheit sehr schnell die constante Fallgeschwindigkeit erlangt. Die meisten Papierblätter gestatten die Beobachtung bloss von dem Beginne des Fallens bis kurze Zeit, nachdem die Geschwindigkeit constant geworden ist. Die mittlere Geschwindigkeit während dieser Beobachtungszeit ist denn auch geringer als die berechnete Fallgeschwindigkeit und beträgt 0,6 bis 0,7 der letztern.[2])

Indessen würde die constante Fallgeschwindigkeit horizontaler ebener Papierblätter, wenn sie beobachtet werden könnte, immer langsamer sein als es die Rechnung ver-

---

1) Oder $v = 1228{,}5 \sqrt{h,}$, wenn v und h, in cm ausgedrückt sind.

2) Ein Goldblättchen, von welchem 1 qcm 0,000153 g wiegt, fällt in den ersten paar Secunden durchschnittlich 14 cm in der Secunde, wobei es aber im Anfange wohl noch nicht die volle Geschwindigkeit besitzt. Die Rechnung verlangt 15,2 cm.

Ein Blatt Papier, welches auf 1 qcm ein Gewicht von 0,00247 g hat, fällt vom Beginn des Fallens an 1 m in 2,5 Secunden, also 40 cm in der Secunde, während die berechnete Geschwindigkeit 61,05 cm beträgt.

langt. Diess zeigt sich aus Versuchen mit dünnen Korkplatten (welche auf 1 qcm 0,065 g wiegen); dieselben fallen ziemlich regelmässig und legen in der Secunde etwa $^5/_6$ des berechneten Raumes zurück. Diese langsamere Bewegung rührt offenbar von der comprimirten Luft unter der fallenden Platte her, indem die Rechnung die gewöhnliche Dichtigkeit der Luft voraussetzt. — Auch feine dichte Drahtnetze (welche auf 1 qcm ein Gewicht von 0,065 g besitzen) sind für solche Fallversuche brauchbar. Die Geschwindigkeit scheint ziemlich die nämliche zu sein wie bei den Korkplatten.

Man kann einem Blatt Papier eine sehr gleichmässige Fallbewegung geben, wenn man in der Mitte desselben einen schweren Körper (z. B. einen Metallnagel) befestigt. In Folge dessen fällt es schneller und nimmt eine schwach nach aufwärts gebogene Gestalt an. Durch Letzteres wird der grössere Widerstand der verdichteten Luft compensirt und die Fallgeschwindigkeit stimmt oft genau mit der Rechnung. [1])

Für solche Fallversuche eignen sich indess noch besser Körper von kugeliger Gestalt und sehr geringem Gewicht, weil dieselben in ruhiger Luft stets ihre gleichmässige Fallgeschwindigkeit beibehalten. Ich bediente mich eines Gasballons, wie er als Kinderspielzeug verkauft wird. Derselbe hatte einen Durchmesser von 15,8 cm und wurde durch Anhängen von 0,45 g auf das Gewicht der Luft gebracht, so dass er frei schwebte ohne zu steigen oder zu fallen. Nun wurde er nach und nach mit verschiedenen Gewichten belastet (nämlich mit 0,1 g, 0,2 g und so weiter bis 3,55 und 4,55 g) und fallen gelassen. Das geringste Gewicht (0,1 g) und das grösste (4,55 g) gaben unsichere

1) Ein Blatt Schreibpapier von 350,2 qcm Flächeninhalt wog sammt dem daran befestigten Nagel 6,15 g, was 0,0175 g auf 1 qcm ausmacht. Die berechnete und die beobachtete constante Fallgeschwindigkeit betrug 1,61 m in der Secunde.

Beobachtungen, jenes, weil schon die schwächsten Luftströmungen das Fallen beschleunigten oder verzögerten, dieses, weil die Fallgeschwindigkeit zu gross war. Die übrigen Beobachtungen dagegen zeigten bei wiederholten Versuchen innerhalb enger Grenzen constant bleibende Fallgeschwindigkeiten, welche wie bei den flachen Körpern aus den Zeiten, die das Fallen durch 1, 2 und 3 Meter Höhe erforderte, sich ermitteln liessen. Die Differenzen zwischen den Fallzeiten von 1 zu 2 und von 2 zu 3 m Fallhöhe waren gleich gross, indem nach dem 1. m Fallhöhe die constante Geschwindigkeit erreicht war.

Diese constante Fallgeschwindigkeit war bei allen 9 Versuchen grösser als die berechnete, und zwar im Mittel um 25 Proc., indem in einer bestimmten Zeit 125, statt der berechneten 100 Längeneinheiten zurückgelegt wurden. Der Unterschied ist ohne Zweifel aus dem Umstande zu erklären, dass wegen der kugeligen Gestalt des Ballons nicht der dem Querschnitte entsprechende volle Luftwiderstand ausgenützt wurde.

Es hat demnach keine Schwierigkeit, für grössere Körper die constante Fallgeschwindigkeit in ruhiger Luft und die mit ihr identische Geschwindigkeit eines vertical aufsteigenden Luftstroms, welcher die Körper schwebend erhält, annähernd zu bestimmen. Nun ist die Frage, in wiefern diese Bestimmung auch für Körper von kleinster Dimension gilt. Wenn kein weiterer Unterschied als der in der Grösse bestände, so wäre die nämliche Berechnung auch für alle Staubkörperchen anwendbar, und würde nur insofern modifizirt, als mit der Verkleinerung des horizontalen Querschnittes eine grössere Einbusse in der Wirkung des Luftwiderstandes einträte und daher in der Formel $v = 122{,}85 \sqrt{h}$, die Geschwindigkeit v im Verhältniss zu der Grösse h, sich etwas steigerte.

Es ist jedoch ein Umstand vorhanden, welcher mit dem Kleinerwerden der Körperchen früher oder später für das Schweben und Fallen derselben in der Luft wirksam werden muss. Bekanntlich wird die Oberfläche fester Körper von einer Schicht verdichteter Luft überzogen, welche durch Reiben und Erhitzen weggenommen und durch Flüssigkeiten verdrängt werden kann. Ihre Mächtigkeit sowie ihre übrigen Eigenschaften sind noch unbekannt. Wir wissen nur, dass die verdichtete Luftschicht durch Molecularanziehung zu Stande kommt, dass sie demnach eine viel grössere Dichtigkeit und eine viel geringere Beweglichkeit haben muss als die freie Luft. Der Theil derselben, welcher zunächst der Oberfläche sich befindet, mag selbst nahezu unbeweglich sein.

Ein kleinstes Körperchen, das mit seiner verdichteten Lufthülle in der Luft schwebt, ist dem mit seiner Atmosphäre im Aetherraume befindlichen Erdball ähnlich.

Die verdichtete Lufthülle vergrössert wegen ihrer geringen Verschiebbarkeit gleichsam das Volumen eines Körperchens, ohne sein absolutes Gewicht merklich zu erhöhen. Sie hat die Bedeutung eines Fallschirms oder eines Segels, indem sie den für mechanische Aktion wirksamen Querschnitt erweitert.

Dieser oberflächliche Luftmantel kommt allen festen Körpern zu; aber bei grösseren Dimensionen derselben wird die dadurch bedingte Vermehrung des Querschnitts und somit seine Wirksamkeit für die Bewegungen in der Luft unmerklich gering. Mag sein Radius aber noch so klein sein, so muss es kleinste Körperchen geben, gegen deren Radius er nicht mehr vernachlässigt werden darf, und deren Bewegungen in der Luft daher nicht blos von Gewicht und Querschnitt, sondern auch von dem Luftmantel abhängen.

Es ist die Aufgabe des Experiments, die Dicke der unbeweglichen Lufthülle an Substanzen von bestimmter chemischer Zusammensetzung und somit auch die obere Grenze für die Grösse der Körperdimensionen zu ermitteln, bei welcher die Wirksamkeit unmerklich klein wird. Die betreffenden experimentellen Thatsachen bleiben einer folgenden Mittheilung vorbehalten; ich bemerke für jetzt bloss, dass, wenn der Unterschied zwischen den Bewegungen der Staubkörperchen und denen grösserer Körper allein durch den Luftmantel verursacht wird, die Wirksamkeit des letzteren behufs Fliegens alle Erwartungen übertrifft, dass der Luftmantel viel mächtiger ist, als man irgendwie voraussetzen konnte und dass er auch bei Körperchen, die so gross sind, um als Sonnenstäubchen einzeln sichtbar zu werden, die hauptsächlichste Tragkraft darstellt.

Ein Stärkekörnchen, welches das nämliche Gewicht hat wie ein aus einem Goldblättchen herausgeschnitten gedachtes Stückchen von gleichem Querschnitt, sollte, wenn ihm der Luftmantel fehlte, wegen seines kleineren Querschnittes etwas schneller fallen als das ganze Goldblättchen. In Wirklichkeit fällt es aber vielmal langsamer. — Die grösseren Weizenstärkekörner von linsenförmiger Gestalt haben nur den 5 Theil derjenigen Fallgeschwindigkeit, welche sich aus der Berechnung unter der Voraussetzung ergiebt, dass sie beim Fallen alle möglichen Lagen annehmen. Das würde auf einen Luftmantel hindeuten, welcher den Radius des wirksamen Querschnittes um etwa 0,04 mm vergrössert.

Die Mächtigkeit der verdichteten Luftschicht an einer frei in der Luft befindlichen Oberfläche wäre also ungleich viel bedeutender als die verdichtete Wasserschicht an einem in Wasser liegenden Körper; da nach Quincke der Radius der Wirkungssphäre eines festen Körpers auf eine Flüssigkeit nur etwa 0,000005'5 mm beträgt.

Dieser Gegensatz zwischen verdichteter Luft- und

Wasserschicht lässt sich aus dem Umstande erklären, dass die Wassermolecüle durch sehr starke Molecularkräfte unter einander verbunden sind, und dass daher ihnen gegenüber die Anziehung einer festen Substanz nur auf eine sehr geringe Entfernung ein bemerkbares Uebergewicht zu behaupten vermag, — während die Luftmolecüle, die bloss durch die Stösse auf einander einwirken, die Anziehung eines Körpers auf einen viel grösseren Abstand in nachweisbarem Masse empfinden müssen.

Von dem Luftmantel, welcher feste Körper, besonders wenn sie organischer Natur sind, überzieht, vermuthe ich übrigens, dass er vorzüglich aus verdichtetem Wasserdampf (nicht zu verwechseln mit Wasser oder mit Bläschendampf) bestehe. Dafür spricht die grosse Verwandtschaft, welche viele organische Verbindungen (namentlich die Kohlenhydrate und die Albuminate) zum Wassermolecül haben, und die so gross ist, dass die organisirten Körper in trockner Luft 15 bis 20 Proc. Wasser festhalten und dasselbe erst bei 100° C. oder darüber fahren lassen. Eine besondere Verwandtschaft zu Sauerstoff oder Stickstoff ist dagegen nicht bekannt und auch nicht wahrscheinlich.

Dass der Luftmantel eine grosse Menge von Wassergas enthalte, lässt sich auch desswegen vermuthen, weil eine bloss aus permanenten Gasen bestehende erhebliche Luftverdichtung nicht wohl denkbar ist. Wenn auch die an den Luftmolecülen haftenden Molecularkräfte im gewöhnlichen Zustande wegen der verhältnissmässig grossen Entfernungen unwirksam sind, so müssen sie sich doch geltend machen, sowie die Luftmolecüle näher zusammentreten. Bei den permanenten Gasen sind dann die abstossenden Kräfte im Uebergewicht, wie ihr Widerstand gegen die Verdichtung zum flüssigen Zustande beweist. Die Luftverdichtung wird also viel leichter zu Stande kommen,

wenn zwischen den Sauerstoff- und Stickstoffmolecülen reichliche Wassermolecüle vertheilt sind.

Ausser dem Luftmantel giebt es noch eine andere Ursache, welche das Fallen kleinster Körperchen verzögern und ihr Getragenwerden durch einen aufsteigenden Luftstrom befördern muss, nämlich die Reibung. In der Formel $v = \sqrt{2 g h}$ ist dieses Moment vernachlässigt; sie setzt voraus, dass das Fallen im leeren Raume geschehe, ferner dass das aufsteigende Medium nur den zu tragenden Körper treffe und nicht an ihm vorbeistreichend durch Reibung auf ihn wirke, und ebenso dass der mit constanter Geschwindigkeit fallende Körper nur mit seiner unteren Fläche auf das Medium stosse und nicht durch Reibung an seinem Umfange behindert werde.

Diess kann für grössere in der Luft befindliche Körper ohne bemerkbaren Fehler angenommen werden. Es ist aber, da der Querschnitt mit dem Quadrat und der Umfang mit der ersten Potenz des Durchmessers abnimmt, ausser Zweifel, dass, wenn man die Körper immer kleiner werden lässt, man einmal bei einer Kleinheit anlangt, wo der Reibungswiderstand einen nicht zu vernachlässigenden Werth erreicht, und dass derselbe bei noch kleiner werdenden Körpern verhältnissmässig immer grösser wird.

Ueber den Betrag des Reibungswiderstandes lässt sich noch nichts Bestimmtes aussagen. Man kennt zwar seine Grösse in Capillarröhren von ungleichem Durchmesser und ungleicher Länge. Es lässt sich daraus aber kein Schluss ziehen auf eine Reibungsfläche von fast verschwindender Länge. Und wenn diess auch geschehen könnte, so wird die Beurtheilung unmöglich durch den Umstand, dass der Mantel von verdichteter Luft jedenfalls vorhanden ist und dass man über seine Mächtigkeit und seine physikalische Beschaffenheit nichts weiss.

Man kann daher die Ursachen, welche den Fall kleinster Körperchen in der Luft verzögern und sie gegenüber einem aufsteigenden Luftstrom gleichsam leichter machen, nicht von einander trennen. Man kann sich die Gesammtwirkung dieser Ursachen nur so vorstellen und in Rechnung bringen, dass durch dieselben der wirksame Querschnitt eines Körperchens je nach seiner chemischen Beschaffenheit, nach seiner Form und Grösse in einem bestimmten Masse vergrössert wird.

Die Frage, unter welchen Umständen Staubkörperchen von der Luft getragen und fortgeführt werden, unter welchen Umständen sie sinken und sich auf den Boden legen, ist von besonderer Wichtigkeit mit Rücksicht auf die Spaltpilze, namentlich die Miasmen- und Contagienpilze. Denn darin beruht das eine Moment ihrer Verbreitung. Es handelt sich also, wie bereits gesagt, darum, die Grenze zwischen Steigen und Fallen zu bestimmen. Bleibt innerhalb eines Raumes die Luftbewegung unter dieser Grenze, so wird nicht nur das Aufsteigen der Spaltpilze unmöglich, sondern es wird auch durch Niedersinken der schwebenden Pilze die Luft von ihnen gereinigt. Erreicht ferner in einem Medium, welches seiner Natur nach nur schwache Luftströmungen gestattet (wie z. B. im Boden), die vertical aufsteigende Componente der Luftgeschwindigkeit nicht jene Grenze, so können auch die Spaltpilze in dem fraglichen Medium nicht aufsteigen und aus demselben in die Atmosphäre entweichen.

Die Bestimmung der eben genannten Grenze für das Aufsteigen der Spaltpilze giebt auch die Aussicht zur Entscheidung einer der wichtigsten Fragen, welche diese Pilze betrifft, nämlich der Frage, ob die jetzt bekannten Formen und Zustände der Spaltpilze den Formenkreis der Gruppe wirklich umgrenzen, oder ob es vielleicht noch kleinere

gebe, die sich der jetzigen mikroskopischen Wahrnehmung entziehen.

Die kleinsten Spaltpilze, die man kennt, stehen bekanntlich an der Grenze der Sichtbarkeit. Man würde sie, wenn uns die leistungsfähigen Mikroskope der Jetztzeit mangelten, entweder gar nicht sehen oder wenigstens nicht als Organismen nachweisen können. Gäbe es aber noch kleinere Formen, so würde man dieselben auch mit den jetzigen Instrumenten nicht erkennen. Es sind also nahe liegende Fragen, wenn wir aus verschiedenen wissenschaftlichen und praktischen Beweggründen gerne wissen möchten: Ob es, neben den bekannten, noch kleinere, bei unseren jetzigen optischen Hülfsmitteln unsichtbare Spaltpilze gebe? Ferner ob die bekannten Pilze vielleicht noch besondere Sporen oder Keime bilden, die uns wegen ihrer Kleinheit entgehen?

Diese Fragen können experimentell gelöst werden, wenn es gelingt, genau die Geschwindigkeit eines aufsteigenden Luftstromes zu bestimmen, welcher die bekannten kleinsten Spaltpilze schwebend zu erhalten vermag. Giebt es keine Pilze oder Keime, die kleiner und leichter sind, so muss ein abgeschlossener Luftraum mit geringerer Luftgeschwindigkeit als die gefundene pilzfrei werden und pilzfrei bleiben, und eine darin befindliche pilzfreie Nährlösung muss sich unverändert erhalten. Giebt es dagegen noch kleinere, unsichtbare Pilzformen oder unsichtbar kleine Keime von bekannten grösseren Formen, so muss in einem abgeschlossenen Luftraum, in welchem jene Luftgeschwindigkeit nicht erreicht wird, eine ausgekochte Nährlösung verändert, getrübt, zersetzt und mit Pilzvegetation erfüllt werden.

Ich will noch eine Bemerkung beifügen über die Berechnung, zu denen diese Untersuchungen Veranlassung geben. Die Factoren, von denen die Tragkraft eines be-

stimmten Luftstromes abhängt, sind das Gewicht des Körperchens, sein horizontaler Querschnitt und die Vergrösserung, welche dieser Querschnitt durch den Luftmantel und die Reibung erfährt, und welche ich der Kürze halber als Dicke des Luftmantels bezeichnen will.

Was Gewicht und Grösse der lufttrockenen Spaltpilze betrifft, so können diese Werthe nicht direct bestimmt, sondern sie müssen aus der mikroskopischen Untersuchung der in einer Flüssigkeit befindlichen Pilze, also aus der Gestalt und Grösse der von Wasser durchdrungenen Zellen ermittelt werden. Die Spaltpilze enthalten im benetzten Zustande durchschnittlich 80, im lufttrockenen Zustande 20 Proz. Wasser. 400 Gewichtstheile benetzter Pilze (320 Wasser und 80 Substanz) trocknen also auf 100 (20 Wasser und 80 Substanz) ein, oder das Gewicht vermindert sich beim Trocknen von 1 auf 0,25. — Im benetzten Zustande beträgt das spezifische Gewicht ungefähr 1,1 und im lufttrockenen Zustande 1,4. Also vermindert sich das Volumen beim Trocknen von $\frac{1}{1,1}$ auf $\frac{0,25}{1,4}$, oder von 1 auf 0,196429.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die benetzten Spaltpilze entweder kugelig oder stäbchenförmig sind, und wir können als sehr wahrscheinlich voraussetzen, dass sie ihre Gestalt beim Trocknen behalten oder doch nur in unbedeutendem, die Rechnung nicht störenden Masse verändern. Was zuerst die kugeligen Formen betrifft, so ist ihr Durchmesser im benetzten Zustande bekannt; daraus können die anderen Werthe bestimmt werden. Ist der Durchmesser der benetzten kugeligen Zelle 2 r und ihr Volumen $\frac{4}{3} r^3 \pi$, so vermindert sich dieses beim Trocknen auf $\frac{4}{3} r^3 \pi \,.\, 0,196429$. Der Querschnitt vermindert sich

demnach von $r^2 \pi$ auf $r^2 \pi \,.\, 0{,}337912$ und der Durchmesser von $2\,r$ auf $2\,r \,.\, 0{,}581302$.

Würden sich die kleinsten Körperchen rücksichtlich ihres Transportes durch die Luft so verhalten wie grosse Körper, so liesse sich die Geschwindigkeit des vertical aufsteigenden Luftstroms, welcher sie schwebend erhält, nach der früher abgeleiteten Formel $v = 1228{,}5 \sqrt{h_1}$ (v und h_1 in cm ausgedrückt) berechnen. h_1 bedeutet die Höhe einer Wasserschicht von gleicher Grundfläche und gleichem Gewicht wie der horizontale Querschnitt und das Gewicht des Körpers, und ist gleich dem Volumen des Körpers multiplizirt mit dem spezifischen Gewicht desselben und dividirt durch seinen horizontalen Querschnitt. Also hat man für den vorliegenden Fall

$$h_1 = \frac{4\,r^3 \pi \,.\, 0{,}196429 \,.\, 1{,}4}{3\,r^2 \pi \,.\, 0{,}337912} \text{ oder } h_1 = 1{,}085097 \,.\, r$$

ferner $\sqrt{h_1} = 1{,}04168 \sqrt{r}$ und $v = 1279{,}70 \sqrt{r}$ (in cm).

Diese Formel gilt für den Fall, dass eine Lufthülle und ein Reibungswiderstand nicht vorhanden oder im Verhältniss zu r so gering sind, dass sie vernachlässigt werden können. Haben dieselben aber eine hinreichende Grösse, so dass der wirksame horizontale Querschnitt merklich zunimmt, so wird dadurch der Werth von h_1 kleiner. Der Radius des umhüllten lufttrockenen Körperchens ist $r \,.\, 0{,}581302 + m$, wenn m die Dicke des wirksamen Luftmantels angiebt, und der Querschnitt ist $(r \,.\, 0{,}581302 + m)^2 \pi$. Somit erhält man

$$h_1 = \frac{4\,r^3 \pi \,.\, 0{,}196429 \,.\, 1{,}4}{3\,(r \,.\, 0{,}581302 + m)^2 \pi} \text{ oder}$$

$$h_1 = \frac{0{,}366666 \,.\, r^3}{(r \,.\, 0{,}581302 + m)^2},$$

$$\text{ferner } \sqrt{h_1} = \frac{0{,}605529 \cdot \sqrt{r^3}}{r \cdot 0{,}581302 + m} \text{ und}$$

$$v = \frac{743{,}893 \cdot \sqrt{r^3}}{r \cdot 0{,}581302 + m} \text{ (in cm).}$$

Die stäbchenförmigen Spaltpilze sind cylindrisch[1]) mit abgerundeten Enden. Wenn wir sie der Einfachheit wegen als vollkommen cylindrisch betrachten, so begehen wir nur einen unbedeutenden Fehler, indem Volumen und Längsschnitt etwas zu gross ausfallen. Das Volumen im benetzten Zustande ist $r^2 \pi l$ (wenn $2r$ den Durchmesser und l die Länge bezeichnet), im lufttrockenen Zustande $r^2 \pi l \cdot 0{,}196429$.

Ich will nur diejenige Stellung des Stäbchens berücksichtigen, bei welcher seine Achse horizontal gerichtet ist, weil in dieser Lage die geringste Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms zum Tragen der Pilze erforderlich ist. Der horizontale Querschnitt ist nun $2rl$ im benetzten und $2rl \cdot 0{,}337912$ im lufttrockenen Zustande. — Ein solcher horizontal liegender Cylinder hat das Gewicht einer Wasserschicht, deren Höhe

$$h_1 = \frac{r^2 \pi l \cdot 0{,}196429 \cdot 1{,}4}{2rl \cdot 0{,}337912} \text{ oder } h_1 = 1{,}27835 \cdot r. \text{ Hieraus}$$

erhält man (wobei die Länge der Stäbchen gleichgültig ist) die zum Tragen erforderliche Luftgeschwindigkeit

$$v = 1388{,}90 \sqrt{r} \text{ (in cm).}$$

Mit Berücksichtigung der Lufthülle von der Dicke m wird die Höhe einer dem horizontalen Cylinder entsprechenden Wasserschicht

$$h_1 = \frac{r^2 \pi l \cdot 0{,}196429 \cdot 1{,}4}{2\,(r \cdot 0{,}581302 + m)\,(l \cdot 0{,}581302 + m)} \text{ oder}$$

---

1) Die Angabe von plattgedrückten Stäbchen ist durch optische Täuschung veranlasst worden.

$$h_1 = \frac{0{,}431969}{(r \,.\, 0{,}581302 + m)\,(l \,.\, 0{,}581302 + m)}.$$

Hieraus berechnet sich die Geschwindigkeit

$$v = 807{,}436 \sqrt{\frac{r^2\, l}{(r \,.\, 0{,}581302 + m)\,(l \,.\, 0{,}581302 + m)}}$$

(in cm).

Durch Versuche lässt sich v für kugelige und cylindrische Spaltpilze ermitteln und daraus dann die wirksame Dicke des Luftmantels (m) berechnen. Nach einigen vorläufigen Versuchen würde diese Dicke für Stärkekörner, wie bereits angeführt wurde, etwa 0,04 mm betragen.

II. Bewegungen im Wasser.

Die Erklärung der Bewegungen kleinster Körperchen wird viel schwieriger, wenn sie sich in einer Flüssigkeit als wenn sie sich in der Luft befinden, weil dort die mechanischen Verhältnisse complizirter sind. Was die Luft betrifft, so können die Gasmolecüle, da sie nicht in bemerkbarem Masse durch die Molecularkräfte, sondern nur durch die elastischen Stösse aufeinander einwirken, auch die Ortsveränderungen der suspendirten Stäubchen bloss entweder durch die Einzelstösse oder durch die Massenbewegungen beeinflussen. In einer Flüssigkeit dagegen bewegen sich die Molecüle nicht bloss durcheinander, sondern wirken auch durch anziehende und abstossende Kräfte sehr energisch auf einander ein, und es ist daher denkbar, dass sie ebenfalls die suspendirten kleinsten Körperchen theils durch Einzelstösse, theils durch Massenbewegungen, theils durch Molecularkräfte in Bewegung setzen.

Die Erscheinung, welche am meisten die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen hat, ist die Tanzbewegung (Brown'sche „Molecularbewegung"). Bezüglich derselben ist durch Wiener und später durch Exner

nachgewiesen worden, dass die Ursache davon in der Flüssigkeit selbst zu suchen und inneren, dem Flüssigkeitszustande eigenthümlichen Bewegungen zuzuschreiben sei. Sollte diess aber so verstanden werden, dass es die Stösse selber der in verschiedenen Richtungen sich bewegenden Flüssigkeitsmolecüle und nicht etwa die Molecularkräfte derselben überhaupt seien, welche die mikroskopisch sichtbaren Körperchen zum Tanzen bringen, so wäre eine solche Annahme noch weniger begründet als die analoge Vermuthung für das Tanzen der Sonnenstäubchen.

Wenn die Molecularstösse das Tanzen kleinster Körperchen im Wasser bewirkten, so müssten in der nämlichen Flüssigkeit und bei der nämlichen Temperatur die Geschwindigkeiten der Tanzbewegung für gleiche Form und gleiches spezifisches Gewicht der Körperchen annähernd im umgekehrten Verhältnisse zu ihrer Masse stehen, sohin mit zunehmender Masse stetig abnehmen und bei einer bestimmten Grösse unmerklich werden. Es müssten ferner die Geschwindigkeiten bei den nämlichen Körperchen unter übrigens gleichen Umständen constant bleiben; sie könnten nicht langsamer werden oder gar zur Ruhe kommen.

Alles dies trifft aber durchaus nicht mit der Genauigkeit zu, wie man es von der Wirkung einer mechanischen Ursache erwarten müsste. Man macht sogar oft Beobachtungen, welche der angegebenen theoretischen Forderung ganz zu widersprechen scheinen. Dabei setze ich natürlich voraus, dass man nur freischwebende Körperchen beobachte, und sich nicht etwa durch solche täuschen lasse, welche dem Objectträger oder dem Deckglas oder der freien Oberfläche der Flüssigkeiten anhängen und in Folge der Adhäsion entweder keine oder eine verlangsamte Bewegung zeigen.

Die Zweifel, welche in Folge solcher Beobachtungen sich erheben, werden durch die theoretische Behandlung der

Frage vollkommen bestätigt. Eine genaue Berechnung der Geschwindigkeit, welche die Wassermolecüle durch ihre Stösse einem kleinsten Körperchen von bestimmtem Gewicht zu ertheilen vermögen, ist zwar nicht ausführbar, weil die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsmolecüle unbekannt ist. Wir wissen in dieser Beziehung nur, dass die Wassermolecüle jedenfalls sich viel langsamer bewegen als die Luftmolecüle, da jene durch Molecularkräfte mit einander verbunden sind und einen bedeutenden Reibungswiderstand zu überwinden haben, welcher bei den Gasen, mit Ausschluss des fast verschwindenden Widerstandes von Seite des Aethers, ganz wegfällt.[1])

Die Wirksamkeit des Stosses eines Wassermolecüls auf ein kleines Körperchen ist also schon wegen seiner geringeren Geschwindigkeit viel geringer als die Wirksamkeit eines Gasmolecüls von gleichem Gewicht. Sie wird überdem noch durch den Umstand, dass das Wasser wegen seiner 770 mal grösseren Dichtigkeit einen grösseren Widerstand darbietet, in entsprechendem Masse vermindert.

---

1) Der flüssige Zustand stellt bezüglich der Geschwindigkeit der Molecularbewegungen ein mittleres Verhältniss dar zwischen dem festen und dem gasförmigen Zustand. Um 1 g Eis in Wasser von 0° zu verwandeln, bedarf es 80 Cal. Die Wärme wird dazu verwendet, um die früher fest verbundenen Molecüle von einander loszureissen und ihnen eine gewisse mittlere fortschreitende Bewegung zu ertheilen, wobei zugleich auch die inneren Schwingungen in den Molecülen entsprechend beschleunigt werden. Geht 1 g Wasser von 0° in Wasserdampf von 0° über, so werden 606 Cal. aufgenommen. Sie dienen dazu, die Wassermolecüle vollständig von einander zu trennen und die Geschwindigkeit ihrer fortschreitenden sowie der inneren schwingenden Bewegungen zu vermehren. Aus der Vergleichung der latenten Schmelzwärme mit der latenten Verdampfungswärme lässt sich entnehmen, dass die Wassermolecüle beim Uebergang aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand die Geschwindigkeit ihrer Bewegungen sehr beträchtlich steigern müssen.

Wenn wir die Geschwindigkeit berechnen, welche ein im Wasser tanzendes Körperchen in der Luft durch den Stoss eines Wassergasmolecüls erhielte, so fällt dieselbe vielmal grösser aus als die Geschwindigkeit, welche demselben im Wasser durch ein Wassermolecül ertheilt wird. Ein kugeliges oder polyedrisches Stärkekörnchen von 3 mik. (0,003 mm) Durchmesser zeigt die Tanzbewegung sehr deutlich. Dasselbe würde durch den Anstoss eines Wasser-Gasmolecüls in der Luft eine Geschwindigkeit von 0,000002 mm in der Secunde erhalten. Da uns eine Bewegung unter dem Mikroskop nach Massgabe der linearen Vergrösserung beschleunigt erscheint, so müssen wir die soeben berechnete Geschwindigkeit, um sie mit der bei 500maliger Vergrösserung beobachteten zu vergleichen, mit 500 multipliziren. Wir erhalten somit 0,001 mm als Geschwindigkeit eines von dem Stoss eines Wassermolecüls unter den angegebenen Bedingungen getroffenen Stärkekörnchens, wie sie uns unter dem Mikroskop sich darstellen würde. Sie ist immer noch 3 mal langsamer als die Bewegung des Stundenzeigers einer Taschenuhr dem blossen Auge erscheint, und würde die wirkliche Geschwindigkeit der Tanzbewegung noch lange nicht erreichen, wenn sie sich um das Zehntausendfache beschleunigte.

Wenn man ferner berücksichtigt, dass in dieser Berechnung die Geschwindigkeit des anstossenden Wassermolecüls um ein Vielfaches höher angenommen wurde, als sie wirklich ist, und dass der bedeutende Widerstand des Wassers gänzlich vernachlässigt wurde, so können wir wohl behaupten, das eine Million von Wassermolecülen das Stärkekörnchen im nämlichen Moment in der gleichen Richtung treffen müsste, um den einzelnen Ruck des tanzenden Stärkekörnchens zu erklären. Nun sind es zwar wohl mehr als eine Billion von Molecularstössen, welche das im Wasser befindliche Stärkekörnchen während einer Secunde

erfährt; aber sie kommen von allen möglichen Seiten und heben sich bei der ungemein grossen Zahl und der Geringfügigkeit der Wucht des einzelnen Stosses in ihrer Wirkung vollständig auf.

Es sind also zur Erklärung der Tanzbewegung kleinster Körperchen im Wasser andere moleculare Ursachen aufzusuchen als die Ortsbewegungen der Flüssigkeitsmolecüle und wir können dieselben nur in den anziehenden und abstossenden Kräften finden, welche immer zwischen den in geringer Entfernung von einander befindlichen Molecülen wirksam sind, und deren Wirksamkeit auch die Eigenschaften der Flüssigkeiten bedingt. Da sich nun die oberflächlichen Molecüle der im Wasser liegenden Körper mit den angrenzenden Molecülen des letzteren in gegenseitigem Bereiche der Molecularkräfte befinden, so muss auch jede einzelne dieser Kräfte auf die Bewegungen eines freischwimmenden und hinreichend leichten Körpers Einfluss haben. Welche derselben aber die grösste Wirkung ausübe und die mikroskopisch sichtbaren Tanzbewegungen hervorbringe, bleibt vorerst unbekannt, und wenn wir mit Vorliebe an elektrische Anziehung und Abstossung denken, so ist dies weiter nichts als eine Möglichkeit, die in verschiedenen Beziehungen näher zu liegen scheint als irgend eine andere.[1])

---

1) Der erheblichste Einwurf, den man gegen die Theorie, dass die Tanzbewegung durch Molecularkräfte und nicht durch die Molecularstösse verursacht werde, erheben könnte, wäre wohl der, dass das einzelne Flüssigkeitsmolecül durch Anziehung oder Abstossung dem viel grösseren und schwereren Staubkörperchen nur eine unendlich geringe Beschleunigung ertheilen könne, und dass die von allen das Körperchen umgebenden Molecülen in verschiedenem Sinne ausgeübten Wirkungen sich aufheben müssen. Dieser Einwurf fällt hinweg, wenn die Elektrizität die bewegende Kraft ist, weil dann in jedem Moment eine neue Vertheilung der Elektrizität in dem Körperchen eintreten und auch die umgebenden Flüssigkeitsmolecüle sich übereinstimmend orientiren und somit eine merkliche Gesammtwirkung ausüben können.

Wenn meine Theorie im Allgemeinen begründet ist, so hat die Ortsbewegung der Molecüle nur einen indirekten Einfluss auf die Tanzbewegung, insofern sie stets neue moleculare Kräfte wirksam werden lässt. Langsamere Molecularbewegungen können selbst förderlicher für die Tanzbewegung sein, da diese nicht mehr eine Function der Stösse der Molecüle und des Widerstandes der Körperchen ist. Es wird uns ferner erklärlich, warum grössere Körperchen nicht nach Massgabe ihres Gewichtes träger werden, da ja die bewegenden Kräfte mit der Oberfläche wachsen, und warum gleichgrosse Körperchen der gleichen Substanz in verschiedenen Flüssigkeiten und verschiedener Substanzen in der nämlichen Flüssigkeit ungleiche Bewegungen zeigen, da ja die chemische Beschaffenheit der Körperchen und der Flüssigkeit die bewegenden Kräfte verändern.

Was die übrigen Bewegungen der kleinsten Körperchen in einer Flüssigkeit betrifft, so lassen sich dieselben am besten beurtheilen, wenn, wie bei den Bewegungen in der Luft, die Frage erörtert wird, unter welchen Umständen die Körper schwebend erhalten bleiben. Da sie im Allgemeinen ein anderes spezifisches Gewicht besitzen als die Flüssigkeit, so müssen sie, wenn nicht besondere Ursachen hinzukommen, entweder fallen oder steigen. Man möchte zwar vielleicht meinen, dass ausserordentlich kleine Körperchen, die nur wenig schwerer sind als Wasser, von diesem wohl getragen werden möchten. Allein die Bedingung hiefür könnte doch nur die sein, dass der Unterschied im Gewicht nicht gross genug wäre, damit das Körperchen die Wassermolecüle, die sich seinem Sinken entgegenstellen, verschiebe. Dies ist jedoch nicht denkbar; denn da die Wassermolecüle in beständiger Ortsbewegung sich befinden, so ist auch in jedem Augenblick für einen

Körper, der ein noch so geringes Bestreben hat, sich nach einer bestimmten Richtung zu bewegen, die Gelegenheit gegeben, einen kleinen Schritt vorwärts zu thun. Nur wird es von seinem Gewicht, seiner Form und Grösse abhängen, ob er langsamer oder schneller sinkt.

Wenn wir uns bloss an Wasser und verdünnte wässerige Lösungen halten, da andere Flüssigkeiten ein geringes Interesse darbieten, so hat die grosse Mehrzahl kleinster Körperchen, die wir allenfalls darin antreffen, ein grösseres, nur wenige ein geringeres spezifisches Gewicht. Jene sind daher zum Sinken, diese zum Steigen geneigt.[1])

1) Schwerer als Wasser sind die mineralischen und die organisirten Substanzen. Leichter als Wasser sind von den Körperchen, die man unter dem Mikroskope zu sehen Gelegenheit hat, nur Fett und Wachs.

Einzelne lufttrockne Zellen können leichter sein als Wasser, wenn sie Luft in ihrer Höhlung enthalten. Benetzte, lebensthätige Zellen haben, da sie nie freies Gas in ihrem Innern ausscheiden, fast ohne Ausnahme ein grösseres spezifisches Gewicht; denn sie bestehen aus Wasser und aus Substanzen, die schwerer sind als Wasser. Bloss dünnwandige, mit Fett gefüllte Zellen könnten ein kleineres spezifisches Gewicht besitzen.

Vielzellige Complexe werden oft durch anhängende oder eingeschlossene Luft schwimmtüchtig, wie wir an grösseren oder kleineren Wasserpflanzen beobachten. Verbände von Sprosshefezellen steigen in einer zuckerhaltigen Flüssigkeit auf, getragen von der Kohlensäure, die sie durch ihre Gärthätigkeit gebildet haben, und sinken, wenn sie an der Oberfläche ihre Schwimmblase verloren haben, wieder auf den Grund. Man kann selbst in einem Glas mit schwachgärender Flüssigkeit Flocken beobachten, welche in langsamem Tempo abwechselnd steigen und fallen, ohne die Oberfläche und den Grund der Flüssigkeit zu erreichen und ohne dass sich ein Gasbläschen ablöst. Die tragende Gasmasse vermehrt sich nämlich beständig durch Gärung und vermindert sich ebenfalls beständig durch den Uebergang von Kohlensäure in die Flüssigkeit; — in den unteren kohlensäurereicheren Schichten der Zuckerlösung ist der Zuwachs, in den oberen kohlensäureärmeren Schichten ist der Verlust an freiem Gas beträchtlicher.

Um die einen und anderen schwebend zu erhalten, bedarf es der nämlichen Mittel, die aber selbstverständlich in entgegengesetztem Sinne wirken müssen.

Eines dieser Mittel sind, in gleicher Weise wie beim Schweben in der Luft, Wasserströmungen, welche mit ihrer verticalen Componente dem positiven oder negativen Gewichtsüberschuss des Körperchens über ein gleiches Volumen Flüssigkeit das Gleichgewicht halten. Für jeden einzelnen Fall lässt sich berechnen, welche Geschwindigkeit diese senkrechte Strömung haben muss.

Aus der allgemeinen Formel $v = \sqrt{2 g h}$ erhält man die zum Tragen eines schweren Körpers in einer Flüssigkeit erforderliche aufsteigende Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{2 g h \frac{(\gamma_1 - \gamma)}{\gamma}},$$

wenn γ_1 das spezifische Gewicht des Körpers und γ das

Es giebt noch eine andere Ursache, welche einzelne Zellen oder vielzellige Complexe zwar nicht im Wasser steigen macht, aber doch, wenn sie einmal an der Oberfläche desselben sich befinden, daselbst schwimmend erhält. Dies ist die Nichtbenetzbarkeit der Zellmembran, welche in Folge von Cuticularisirung (Verkorkung) eintritt. In dieser Weise bleiben Schwärmzellen an der Oberfläche des Wassers hängen und keimen daselbst. Die Kahmhautpilze (Saccharomyces mesentericus) und viele Spaltpilze bilden eine oberflächliche Haut. Selbst die zolldicken Kuchen der Essigmutter werden durch die unbenetzte obere Seite getragen, wie man sich durch passend angestellte Versuche überzeugen kann; benetzt man diese Seite oder taucht man den die Glaswandung nicht berührenden Gallertkuchen etwas unter, so sinkt er langsam auf den Grund. Dieses Sinken tritt auch bei den aus andern Pilzen bestehenden Membranen ein, die man untertaucht, so lange sie noch wenig cuticularisirt sind. Ist der Verkorkungsprocess aber weiter fortgeschritten, so kommen sie nach dem Untertauchen wieder an die Oberfläche, weil eine dünne Luftschicht der Zellmembran anhängt, und sinken erst, nachdem man diese Luftschicht entfernt hat.

spezifische Gewicht der Flüssigkeit ausdrückt.[1]) Ist die Flüssigkeit Wasser, so hat man $v = \sqrt{2 g h (\gamma_1 - 1)}$.

Es müssen dabei übrigens die nämlichen Verhältnisse berücksichtigt werden wie beim Schweben in der Luft. Wenn auch im Allgemeinen die auf den horizontalen Querschnitt berechnete mittlere Höhe (h) allein in Betracht zu ziehen ist, so hat doch auch die Grösse und Gestalt des horizontalen Querschnittes so wie die Modellirung der abwärts und der aufwärts gekehrten Oberfläche grösseren oder geringeren Einfluss auf die erforderliche Geschwindigkeit und wenn es sich um verschiedene Flüssigkeiten handelt, so ist auch der Grad ihrer Zähigkeit von Belang.

Die Geschwindigkeit, die ein aufsteigender Wasserstrom haben muss, um einen Körper gerade schwebend zu erhalten, ist auch die constante Geschwindigkeit, die er beim Fallen im Wasser annimmt. Ist von mikroskopischen Körperchen von bekannter Gestalt und Grösse diese constante Fallgeschwindigkeit ermittelt, so kann unter bestimmten Voraussetzungen daraus das spezifische Gewicht berechnet werden.

Ein besonderes Interesse gewährt es, zu wissen, welche Bewegungen in einer Flüssigkeit nothwendig sind, damit dieselbe von Staubkörperchen getrübt bleibe, und welcher Zeit es bedürfe, damit sie bei vollkommener Ruhe durch Absetzen sich kläre. Es versteht sich, dass beide Grössen im umgekehrten Verhältniss zu einander stehen, und dass die erforderliche Bewegung, welche die Trübung constant erhält, um so geringer ist, je kleiner und spezifisch leichter die Körperchen sind. Um eine Vorstellung von den nume-

---

1) Um einen spezifisch leichteren Körper schwebend zu erhalten, bedarf es der absteigenden Geschwindigkeit $v = \sqrt{2 g h \frac{(\gamma - \gamma_1)}{\gamma}}$.

rischen Grössen zu erhalten, will ich als Beispiel Spaltpilze und Stärkekörner anführen, unter der Voraussetzung, dass dieselben sich wie grössere Körper verhalten.

Die kleinsten Spaltpilze haben im benetzten Zustande einen Durchmesser von etwa 0,5 mik., also eine mittlere Höhe (h) von 0,333 mik. Das spezifische Gewicht der imbibirten Spaltpilze (γ_1) beträgt im Mittel etwa 1,1. Also ist v = 0,0814 cm. Damit das Wasser getrübt bleibe, müssten die Strömungen in demselben derartig sein, dass die vertical aufsteigende Componente hin und wieder die Geschwindigkeit von 0,08 cm in der Secunde überschreitet und in Folge dessen die sich absetzenden Pilze wieder in die Höhe führt.

In vollkommen ruhigem Wasser würden demnach diese Spaltpilze eine constante Fallgeschwindigkeit von 0,08 cm. in der Secunde annehmen, und eine getrübte Wassermasse von 1 m Höhe würde sich durch Absetzen vollständig in 1250 Secunden oder in 21 Minuten klären.

Zu den feinsten Stärkemehlsorten gehören solche, deren Körner im benetzten Zustande 2 mik. gross sind. Nehmen wir sie als kugelig an, so beträgt die mittlere Höhe (h) 1,333 mik. Das spezifische Gewicht (γ_1) beträgt ziemlich 1,3. Also ist v = 0,28 cm. Das Wasser bliebe somit getrübt, wenn die vertical aufsteigende Geschwindigkeitscomponente der Strömungen hin und wieder grösser ist als 0,28 cm in der Secunde, und eine vollkommen ruhige Wassermasse von 1 m Höhe würde durch Absetzen in 357 Secunden oder in 6 Minuten klar.

Die Folgerungen für Spaltpilze und Stärkekörner gelten für die gemachten Voraussetzungen, dass das Wasser absolut in Ruhe (d. h. ohne Massenbewegung) sei, dass die Körperchen keine Eigenbewegung besitzen und sich rücksichtlich des Sinkens in einer Flüssigkeit wie grosse Körper verhalten. Die erstere Bedingung wird zwar nie eintreffen,

indem ungleichseitige Erwärmung, Verdunstung an der Oberfläche und Erschütterung immer schwache Strömungen zur Folge haben, und daher das Absetzen verzögern. Der letztere Umstand muss aber jedenfalls von bemerkbarem Einflusse sein.

Wie wir gesehen haben, unterliegt das Steigen und Fallen kleinster Körperchen in der Luft anderen Bedingungen, als die nämlichen Bewegungen grosser Körper, weil jene einen anhängenden Luftmantel von merkbarer Dicke besitzen und einen bemerkbaren Reibungswiderstand erfahren. Ebenso müssen die Körper in einer Flüssigkeit, zu der sie Adhäsion zeigen, selbstverständlich zunächst mit einem Mantel von ruhenden und weniger bewegten Flüssigkeitsmolecülen umgeben sein. Derselbe würde aber nach dem, was man jetzt darüber weiss, eine äusserst geringe Mächtigkeit haben. Denn nach Quincke wirkt ein fester Körper auf Wasser in bemerkbarer Weise nur bis zu einer Entfernung von 0,000005′5 mm, so dass der Mantel etwa aus 150 Wassermolecülschichten bestände.

Wenn diese Grösse uns die Mächtigkeit des bei den Bewegungen kleinster Körperchen zur Geltung kommenden Flüssigkeitsmantels angeben sollte, so würde durch denselben der Durchmesser des wirksamen Querschnitts bei den kleinsten Spaltpilzen (von 0,0005 mm Grösse bei kugeliger Gestalt) bloss um $^1/_{50}$ und der wirksame Querschnitt selbst um $^1/_{25}$ vergrössert.

Im Wasser muss aber, wenn auch der Flüssigkeitsmantel sehr dünn ist, der Reibungswiderstand, im Vergleich mit der Luft, um so grösser ausfallen, und es lässt sich zum Voraus sagen, dass der letztere die Hauptursache für das langsamere Fallen kleinster Körperchen und für das Getragenwerden durch schwächere aufsteigende Strömungen sein wird. Bestimmte Vorstellungen darüber müssen auf experimentellem Wege gewonnen werden.

Die bisher betrachteten Umstände, welche auf das Schweben der Staubkörperchen in einer Flüssigkeit und auf das Absetzen derselben Einfluss haben, sind dieselben, welche die Bewegungen in der Luft bedingen, nämlich die Grösse, das Gewicht und der Mantel der Körperchen, dann die Strömungen in der Flüssigkeit und die Reibungswiderstände. Ausser der verschiedenen Zähigkeit der Flüssigkeiten, die bei den Gasen nicht in Betracht kommt, tritt dann bei den Flüssigkeiten noch eine andere Ursache auf, welche möglicher Weise die Bewegungen kleinster Körperchen wesentlich modifizirt. Es ist dies die Molecularanziehung zwischen der Flüssigkeit und den darin befindlichen Körperchen, welche immer besteht, wenn Benetzung stattfindet.

Diese Molecularanziehung ist es auch, welche neben den fortschreitenden Bewegungen der Flüssigkeitsmolecüle die löslichen Stoffe in Lösung bringt und darin erhält, indem sie durch den Ueberschuss wirkt, welchen die Anziehung (f . s) zwischen Flüssigkeit (f) und Substanz (s) über die Summe der Anziehungen zwischen den gleichartigen Molecülen (f . f + s . s) voraus hat. Die Wirksamkeit der Molecularanziehung wird vorzüglich deutlich durch den Umstand, dass die einen Substanzen in gewissen Flüssigkeiten (z. B. in Wasser) löslich sind, nicht aber in anderen (z. B. in Alkohol), während andere Substanzen das umgekehrte Verhalten zeigen.

Wie die molecularlöslichen Substanzen verhalten sich, rücksichtlich des Zustandekommens der Lösung, auch die micellarlöslichen. Es besteht nur insofern ein Unterschied, dass die micellaren Lösungen[1]) unter übrigens analogen Umständen wegen der beträchtlichen Grösse der Micelle, die aus Hunderten und aus vielen Tausenden von Mole-

1) Vgl. Theorie der Gärung. Abh. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. II. Abth. 158 (84) und 177 (103). — Separatausgabe S 97 u. 121.

cülen zusammengesetzt sein können, schwieriger zu Stande kommen.

Vergleichen wir nun mit einer micellaren Lösung eine durch kleinste Staubkörperchen getrübte Flüssigkeit, so sind in beiden die nämlichen Kräfte vorhanden; nur sind diese Körperchen abermals viel grösser und schwerer als die Micelle. Die kleinsten Stäubchen (Spaltpilze von 0,5 mik. Grösse) mögen im benetzten Zustande etwa 50000 bis 100000 mal die Grösse und das Gewicht der mittleren Micelle von Stärke, Cellulose oder Eiweiss übertreffen.

Man könnte somit aus der beträchtlichen Grösse der Staubkörperchen sogleich den Schluss ziehen wollen, dass dieselben durch Molecularanziehung überhaupt nicht suspendirt erhalten bleiben können, da ja schon viele Micellarsubstanzen nicht in Lösung gehen. Eine genauere Betrachtung zeigt aber, dass die Vertheilung der Micelle als Lösung und die Suspension der Staubkörperchen als Trübung, obgleich bei beiden die nämlichen Kräfte wirksam werden, doch auf wesentlich verschiedenen Umständen beruhen.

Die Micellarlösung kommt, wie die Molecularlösung, dann zu Stande, wenn die Anziehung des Micells zu den andern Micellen einer festen Substanz überwunden wird durch die Anziehung des Micells zur Flüssigkeit und durch die dem Micell schon eigenthümlichen und durch die Stösse der Flüssigkeitsmolecüle gesteigerten Bewegungen, welche das Bestreben haben, es loszureissen.

Was die Anziehungen des Micells einerseits zur Flüssigkeit, anderseits zu den übrigen Micellen betrifft, so sind beide wesentlich Functionen der Oberfläche.[1]) Bei der

---

1) Dies gilt selbst für den unwahrscheinlichen Fall, dass die oberflächlichen Molecüle des Micells keine andern Kräfte entwickeln als die innerhalb der Oberfläche befindlichen, weil die Summation der Kräfte

Anziehung zur Flüssigkeit (diese Anziehung sei für die Flächeneinheit mit F bezeichnet) wirkt die ganze Oberfläche des Micells (O); ihre Wirkung ist durch O . F ausgedrückt. Bei der Anziehung (K für die Flächeneinheit) zwischen zwei polyedrischen Micellen einer Substanz kommen nur die entsprechenden Seiten (S) zur Geltung; ihre Wirkung ist durch S . K ausgedrückt. Dabei kann es sich nur um die grössten Seiten handeln, weil sie die stärkste Anziehung bedingen.

Da die Differenz der einander widerstrebenden Kräfte den Ausschlag giebt, so haben die beiden Micelle das Bestreben, verbunden zu bleiben, so lange S . K — O . F einen positiven Werth darstellt. Wird der Werth negativ, so trennen sie sich von einander und gehen in Lösung. Wenn die Micelle von ungleichen Dimensionen gleiche Gestalt besitzen, so bleibt das Verhältniss von S und O dasselbe, und es besteht zwischen grossen und kleinen Micellen kein Unterschied in dem Bestreben sich von einander loszulösen. Gewöhnlich wird aber die polyedrische Gestalt kleiner und grosser Micelle einer Substanz ungleich sein. Sind beispielsweise die kleinen Micelle kubisch und werden sie beim Wachsthum mehr tafelförmig, so müssen sie in dem letzteren Zustande der lösenden Flüssigkeit einen viel stärkeren Widerstand entgegensetzen.

In ähnlicher Weise muss es, wie ich glaube, erklärt werden, warum grössere Micelle der gleichen Substanz schwieriger in den gelösten Zustand übergehen als kleinere, — eine Thatsache, die uns besonders deutlich bei den verschiedenen Modificationen der Stärke (farblose Stärke, blaue Stärke, Amylodextrin, Dextrin) entgegentritt. Der positive Werth des Ausdruckes S . K — O . F ist bei grösseren

---

diskreter Punkte für die Oberfläche ein um so grösseres Uebergewicht ergiebt, je geringer die Entfernungen sind.

Micellen aus zwei Gründen beträchtlicher als bei kleineren, einmal weil die grösseren Micelle mehr von der isodiametrischen Gestalt abweichen und damit einzelne grössere Anziehungsflächen gewinnen, ferner weil mit dem Grösserwerden die Micelle ihre ursprüngliche rundliche Form immer mehr in eine streng polyedrische umwandeln.

Man könnte die schwierigere Löslichkeit von Substanzen mit grösseren Micellen auf Rechnung des beträchtlicheren Micellargewichtes setzen wollen. Allein dies würde mir unstatthaft erscheinen. Das Gewicht der Micelle kann ja gegenüber den Molecularkräften gar nicht in Betracht kommen; und wenn man etwa schon geglaubt hat, die Lösung bezeichne den Zustand, in welchem das Gewicht der Salzmolecüle durch die Anziehung der Wassermolecüle überwunden sei, so trifft dies weder für die molecularen noch selbst für die micellaren Lösungen zu, und wir sehen auch an coagulirenden Eiweiss- oder an gelatinirenden Leim- und Pectinlösungen, dass, bei grösserer Concentration der Lösung, die Micelle sich fest verbinden, ohne im Wasser niederzusinken, indem das Wasser von den Micellverbänden eingeschlossen wird.

Ganz anders als die in Lösung gehenden Micelle verhalten sich die Staubkörperchen bei ihrer Suspension in einer Flüssigkeit. Die letzteren haben nämlich im Allgemeinen eine unregelmässige Gestalt und unterscheiden sich dadurch von den regelmässig polyedrischen Micellen. Sie können daher nur mit einzelnen Stellen von geringer Ausdehnung, oft nur mit einzelnen Punkten sich berühren. In Folge dessen ist die Grösse S . K sehr gering und steht hinter der Grösse O . F weit zurück. In der That legen sich die Staubkörperchen, wenn sie aus einer Flüssigkeit sich niederschlagen, nicht zu einer festen Masse an einander wie die Micelle, sondern sie bleiben getrennt. Bei ihnen ist es nur das Gewicht, welches der Suspension entgegen-

wirkt. Dasselbe ist proportional der Masse, oder wenn es sich um die gleiche Substanz handelt, proportional dem Volumen.

Wir können also die Kraft, welche die Staubkörperchen zum Absetzen bringt mit $R^3 (\gamma_1 - \gamma)$ bezeichnen (wenn γ das spezifische Gewicht der Flüssigkeit, γ_1 das spez. Gew. der Körperchen und R ihren Radius bedeutet), die Kraft dagegen, welche sie in einer Flüssigkeit vertheilt und suspendirt erhält, mit $R^2 . F$ (statt O . F). Ist die Differenz $R^2 . F - R^3 (\gamma_1 - \gamma)$, oder was auf das Nämliche herauskommt, $F - R (\gamma_1 - \gamma)$ positiv, so bleiben die Körperchen suspendirt; wird der Ausdruck negativ, so setzen sie sich ab. Bei spezifisch leichteren Körperchen entscheidet die Differenz $F - R (\gamma - \gamma_1)$.

Hieraus folgt, dass die Staubsubstanzen, die sich mit einer Flüssigkeit benetzen, bei verschiedenen Graden der Verkleinerung sich ungleich verhalten. Für jede gibt es in der Stufenreihe der Verkleinerung eine Grenze, wo der Umschlag eintritt. Sinken die Staubkörperchen in ihren Dimensionen unter diese Grenze, so bleiben sie suspendirt; sind dieselben grösser, so fallen sie zu Boden. Diese Grenze der Verkleinerung wird aber nur von wenigen Substanzen erreicht, so beim Bor und beim Schwefel, welche in der feinsten Vertheilung eine Flüssigkeit constant trüben. Solche suspendirte Körperchen sind aber immer noch mehr wie 10 mal grösser (im Durchmesser) als Micelle, die keine Lösung zu bilden vermögen.

Man hat also dreierlei Zustände zu unterscheiden, in denen die von der Flüssigkeit ausgeübte Molecularanziehung eine gleichmässige und constante Vertheilung von fremden Substanzen bewirkt: die Moleculariösung, in welcher die gegenseitige Anziehung der einzelnen Substanzmolecüle, die Micellarlösung, in welcher die gegenseitige Oberflächenanziehung der polyedrischen Micelle und die Trüb-

ung durch Stäubchen, bei welcher das Gewicht der Körperchen überwunden wird. — Das Verhältniss dieser Molecularanziehung zu derjenigen, welche das Tanzen der Staubkörperchen und ohne Zweifel auch ein viel lebhafteres Tanzen der unsichtbaren Micelle verursacht, bleibt vor der Hand fraglich. Die eine und die andere werden aber ohne Zweifel durch verschiedene Molecularkräfte bewirkt.

Bezüglich der Trübung durch suspendirte Staubkörperchen bemerke ich noch, dass dabei vollkommene Ruhe der Flüssigkeit von Strömungen vorausgesetzt wird. Ist diese Ruhe gegeben, so werden sich die Körperchen, deren Grösse die für die Suspension erforderliche Grösse nur wenig überschreitet, sehr langsam absetzen. Sind aber auch nur geringe Strömungen vorhanden, so wird die Flüssigkeit beständig getrübt bleiben. Das Absetzen geht ferner um so langsamer vor sich, je mehr die Zähigkeit der Flüssigkeit demselben entgegenwirkt.

Ein Beispiel, in welchem die Trübung sehr lange erhalten bleibt, giebt uns die Milch. Dieselbe zeigt uns überdem deutlich die Wirkung der Molecularanziehung. Die Fettkügelchen sind nicht übermässig klein, der Unterschied zwischen ihrem spezifischen Gewicht und dem der Caseinlösung ist nicht unbedeutend und die micellare Lösung hat keine sehr grosse Zähigkeit. Das so äusserst langsame Absetzen des Fettes als Rahm an der Oberfläche wäre aus den angeführten Ursachen nicht erklärlich, wenn das Fett seiner Natur entsprechend im Wasser unbenetzt bliebe. Da nun aber die Butterkügelchen mit Caseinhüllen umgeben sind, so kommt die starke Molecularanziehung zwischen den letzteren und dem Wasser zur Wirksamkeit und verhindert das Steigen der Kügelchen. Jedes Mittel, welches die Hüllen zerstört, befördert das Aufrahmen der Milch.

III. Uebergang von einem Medium in das andere.

Nachdem ich die Bewegungen der Staubkörperchen innerhalb der Luft und des Wassers betrachtet habe, frägt es sich noch, wie sie von einem Element in das andere gelangen. Ihr Uebergang von Luft in Wasser, in das sie hinunterfallen, von Wasser auf einen festen Körper, auf dem sie beim Verdunsten des Wassers zurückbleiben, und von einem festen Körper wieder in Wasser, indem das Wasser ihre Adhäsion lockert und sie bei hinreichender Bewegung fortführt, bedarf keiner Besprechung. Dagegen muss der Uebergang der Staubkörperchen aus einer Flüssigkeit, dann von der trocknen Oberfläche eines festen Körpers auf dem sie angetrocknet sind, endlich von der trocknen Oberfläche, auf welcher sie trocken angeflogen sind, in die Luft, sowie das Anfliegen selbst erörtert werden.

Alle die zahlreichen in der Atmosphäre herumfliegenden Staubkörperchen waren ursprünglich Theile von festen Körpern oder in einer Flüssigkeit befindlich; alle Spaltpilze sind in wässerigen Lösungen entstanden. Es ist daher von besonderer Wichtigkeit zu untersuchen, unter welchen Umständen sie aus einer Flüssigkeit in die Luft gelangen. Die theoretische Lösung dieses Problems lässt sich nur auf dem Wege erreichen, dass wir untersuchen, welche der bekannten Kräfte und Bewegungen dabei wirksam sein können, — und in dieser Beziehung bieten sich uns nur zwei Möglichkeiten dar, einerseits die molecularen Kräfte und Bewegungen, anderseits die Massenbewegungen.

Die erste Frage betrifft den Uebergang der Staubkörperchen aus dem Wasser oder von einer benetzten Oberfläche in die Luft, und hier handelt es sich einmal darum, ob moleculare Kräfte und Bewegungen denselben zu verursachen vermögen. Man kann dabei an die Analogie der

Verdunstung denken, bei welcher nicht bloss die Molecüle der Flüssigkeiten sondern auch die Molecüle von flüchtigen Stoffen, die darin gelöst sind, in die Atmosphäre übergehen. Man hat wirklich kleinste Körperchen, nämlich Spaltpilze, mit dem Wasser verdunsten lassen, indem man ohne Zweifel von der dunkeln Vorstellung ausging, dass Stäubchen von geringstem Gewicht sich wohl verhalten möchten, wie die viele Millionen mal leichteren Molecüle. Man ist ja gerne geneigt, wenn die Dimensionen unter die Grenze des dem blossen Auge Sichtbaren hinuntergehen, auch für das Unterscheiden derselben eine Grenze eintreten zu lassen.

Beim Verdunstungsprocess überwinden von den durcheinander wogenden Molecülen der Flüssigkeit einzelne, die mit der grössten in der Flüssigkeit möglichen Geschwindigkeit senkrecht auf die Oberfläche sich bewegen, die Adhäsion und trennen sich los. Die Stösse der viel schneller sich bewegenden Luftmolecüle mögen bei diesem Process schon mitwirken, wie sie nachher die gesteigerte Geschwindigkeit der verdunsteten Molecüle bedingen.

Von allen Verbindungen, welche die Bestandtheile von Flüssigkeiten bilden, sind es aber nur gewisse, welche in die Luft übergehen können, und die man desswegen als flüchtige bezeichnet. Die nicht flüchtigen Verbindungen verlassen in keiner mit unsern jetzigen Hilfsmitteln nachweisbaren Menge die Flüssigkeit, und da die Waage ausserordentlich kleine Gewichtsmengen anzuzeigen vermag, so darf man vielleicht ihre Nichtflüchtigkeit für bestimmte Temperaturen als eine absolute Eigenschaft ansehen.

Der Unterschied zwischen den flüchtigen und nicht flüchtigen Stoffen wird nicht durch das Moleculargewicht, sondern durch andere moleculare Eigenschaften, nämlich durch die ungleiche Anziehung der Flüssigkeitsmolecüle untereinander und durch ihre ungleichen Bewegungszustände

(da eine Anziehung zu den Molecülen der Atmosphäre nicht statt hat) bedingt.

Die Stoffe, welche Micelle bilden, sind nicht flüchtig; die micellar-löslichen Substanzen, Gummi, Dextrin, Pectin, Eiweiss, Leim verdunsten erfahrungsgemäss nicht. Alle Staubkörperchen bestehen ebenfalls aus nicht flüchtigen Verbindungen und, insofern sie organisirt sind, aus Micellen. Sie können also schon aus diesem Grunde nicht durch die Verdunstungskräfte in die Luft entweichen. Ueberdies lässt auch ihr verhältnissmässig grosses Gewicht ein solches Entweichen nicht zu. Die kleinsten Spaltpilze z. B., die im Wasser einen Durchmesser von 0,5 Mik. besitzen, sind etwa zweihundert Millionen mal schwerer als ein Molecül des nicht flüchtigen Traubenzuckers und sie haben im Wasser überdem eine ihrer Oberfläche entsprechende grössere Anziehung zu Wasser und eine ihrem Gewichte entsprechende geringere Bewegung (wenn wir nur die von den Molecularkräften verursachte Geschwindigkeit berücksichtigen und von der ihnen allfällig zukommenden Eigenbewegung absehen).

Nach den früheren Erörterungen ist es auch selbstverständlich, dass die einzelnen Stösse der Luftmolecüle auf ein etwas aus der Flüssigkeit auftauchendes Staubkörperchen dasselbe nicht loszutrennen vermögen. Denn abgesehen davon, dass sie im Allgemeinen das Körperchen bloss in die Flüssigkeit zurückstossen würden, wäre die dem kleinsten Spaltpilz (von 0,5 Mik. Durchmesser) durch einen solchen Molecularstoss ertheilte Geschwindigkeit, ohne Berücksichtigung der in der Flüssigkeit gegebenen Hindernisse, noch weniger als 0,001 mm in der Secunde.

Nachdem festgestellt ist, dass die molecularen Kräfte und Bewegungen nicht im Stande sind, Staubkörperchen aus dem Wasser loszureissen, muss noch die Frage erörtert werden, ob dies vielleicht durch Massenbewegungen erreicht

wird. Man möchte ja vielleicht die Meinung hegen, dass in dieser Beziehung die in der Flüssigkeit befindlichen Staubkörperchen sich anders verhalten als die Molecüle. Die fraglichen Massenbewegungen könnten aber nichts anderes sein als Luftströmungen, weil die Flüssigkeit als in verhältnissmässiger Ruhe befindlich vorausgesetzt wird.

Die Staubkörperchen müssen, damit die Luftströmungen auf sie einwirken können, etwas über den Wasserspiegel emportauchen. Dies lässt sich nur von Zellen, die entweder mit Eigenbewegung oder mit einer cuticularisirten Membran begabt sind, voraussetzen, und es ist daher die Frage von Belang, wie weit wohl solche Zellen unter den günstigsten Umständen über die Oberfläche vortreten.

Was zuerst die Eigenbewegung betrifft, so erscheint dieselbe bei starker mikroskopischer Vergrösserung zwar sehr lebhaft, beträgt aber doch in keinem Falle mehr als 0,3 mm in der Secunde. Berücksichtigt man diese geringe Bewegungsgrösse und die bedeutenden entgegenwirkenden Molecularkräfte, welche in der Anziehung der Zellenoberfläche zu allen Wassermolecülen und in der Oberflächenspannung der Flüssigkeit wirksam sind, so sieht man leicht ein, dass die spezifisch schwerere Zelle, auch wenn sie senkrecht auf die Oberfläche des Wassers stösst, gewiss lange nicht zur Hälfte über dieselbe vortreten kann.

Was ferner die Cuticularisirung der Zellmembran betrifft, so werden die im Wasser befindlichen Zellen nur an der Seite, mit der sie die Oberfläche berühren, verkorkt und benetzungsunfähig; sie ragen nur wenig über dieselbe empor. Dagegen mögen Sporen, die sich in diesen oberflächlichen Zellen (von Spross- und Spaltpilzen) bilden, überall verkorkt sein. Aber ihre Verkorkung und die Benetzungsunfähigkeit ist jedenfalls nur gering, wie sich schon aus dem Umstande ergiebt, dass sie beim Untertauchen auf den Boden sinken. Es ist aber auch der

unwahrscheinliche Fall zu berücksichtigen, dass sie, wie in der Luft gebildete Sporen, gänzlich unfähig seien, sich zu benetzen, in welchem Falle sie in einem kleinen Meniscus auf dem Wasser lägen.

Die Luftströmungen, die auf solche mehr oder weniger über das Wasser vortretende Zellen wirken, kommen direkt bloss von oben oder streichen höchstens parallel der Oberfläche hin, und drücken, da sie keine nach oben wirkende Componente haben, die Zelle im Allgemeinen nur in die Flüssigkeit nieder. Wenn es sich um grosse, senkrecht über eine Wasserfläche sich erhebende Körper handelte, so könnten dieselben durch einen von der Oberfläche zurückgeworfenen und somit aufsteigenden Luftstrom oder auch durch einen Wirbelwind emporgehoben werden. Bei einem mikroskopisch kleinen Körperchen ist dies nicht möglich, da es keine Luftstösse oder Wirbel von mikroskopisch beschränktem Querschnitt giebt.

Es können daher von einer Wasseroberfläche keine Staubkörperchen, auch keine noch so kleinen Spaltpilze, selbst von den heftigsten Luftströmungen, weggeführt werden, in sofern die Wasseroberfläche selbst intakt bleibt. Dagegen tragen Stürme von einer solchen Oberfläche, die sie in Bewegung setzen, grössere oder kleinere Wassermassen und mit denselben auch alle darin befindlichen Staubkörperchen fort. Ebenso können durch andere Bewegungen, wie z. B. durch aufsteigende, an der Oberfläche platzende Gasblasen, kleine Wassertropfen mit den darin eingeschlossenen Stäubchen weggeschleudert werden.

Benetzte Körper verhalten sich im Wesentlichen wie Flüssigkeiten. Von denselben werden benetzte und durch Molecularkräfte festgehaltene Staubkörperchen nicht fortgeweht, es wäre denn, dass der Sturm ganze Partien der Flüssigkeit los zu reissen vermöchte.[1])

---

1) Es muss daher, wie ich es in den „Niederen Pilzen" gethan

Es ist zweitens die Frage zu erörtern, wie Staubkörperchen, welche aus einer Flüssigkeit an einer festen Oberfläche angetrocknet sind, im trockenen Zustande in die Luft gelangen. Diess hängt vorzüglich ab einerseits von der Adhäsion an die Unterlage und von dem Schutze, welchen der aus verdichteter Luft bestehende Mantel gewährt, anderseits von der Stärke der Luftströmung. Andere Umstände, die bei grossen Körpern von Belang wären, kommen bei Staubkörperchen, sofern sie einzeln liegen, kaum in Betracht, so der Umstand, wie viel der Körper über die Unterlage emporrage und welche Angriffsfläche er der Luftströmung darbiete, ferner die Gestaltung der Oberfläche der Unterlage und ob der Körper sich in einer vertieften und geschützten Stelle oder an einer vorspringenden Ecke und Kante befinde, endlich die Exposition der Unterlage, ob der Körper an einer abwärts schauenden Fläche hänge oder einer aufwärts schauenden aufliege und ob sein Gewicht die Trennung erleichtere oder erschwere.

Was die Adhäsion betrifft, welche dem Wegführen durch die Luft den erheblichsten Widerstand entgegensetzt, so ist einmal zu berücksichtigen, dass die Staubkörperchen aus einer Flüssigkeit nicht etwa in jeder Lage antrocknen, somit nicht etwa bald mit einer Fläche, bald mit einer Kante oder einer Spitze den festen Körper berühren, sondern dass sie, im Gegensatze zu den trocken anfliegenden Körperchen, vor dem Verdunsten der Flüssigkeit darin sich so anordnen, dass sie den unter vorliegenden Umständen

---

habe, die Trennung der Spaltpilze im nassen Zustande von der Unterlage, um in die Luft zu gelangen, in allen Fällen auf das Spritzen beschränkt werden. Ich habe diese ganze Frage weitläufiger behandelt, als es die klar vorliegenden physikalischen Thatsachen nothwendig erscheinen lassen, da auch neuerdings wieder mit Unrecht der Verdunstung eine Rolle bei der Verbreitung der Spaltpilze aus einer faulenden Flüssigkeit in die Luft zugeschrieben wurde.

möglichen stärksten Anziehungen ein Genüge leisten. Desswegen haftet Gypsstaub viel besser, wenn man ihn mit reinem Wasser aufträgt, als wenn man ihn trocken aufstreut.

Ferner kommt es namentlich darauf an, ob die Staubkörperchen aus einer Flüssigkeit mit oder ohne Klebstoff antrocknen. Im ersteren Falle werden sie mehr oder weniger festgeleimt. Im zweiten Falle kann eigentliches Ankleben nur eintreten, wenn die Körperchen selbst das Klebmittel enthalten, wie dies bei Zellen und mikroskopischen Organismen immer mehr oder weniger eintrifft. Dieselben scheiden, besonders wenn es Pilze sind, colloide (nicht crystallisirende) Stoffe in geringer Menge aus. Noch viel wichtiger aber erscheint es, dass ihre membranartige Umhüllung mit einer grossen Menge von Wasser imbibirt und daher von weicher Beschaffenheit ist. Dieselbe kann sogar sich vollkommen so wie ein vorzüglicher Klebstoff verhalten, — die weichsten Cellulosemembranen gleich dem Gummischleim, die weichsten Plasmamembranen gleich der Leim- und Eiweisslösung. Viele Algen und auch niedere Pilze trocknen aus reinem Wasser so fest auf ungeleimtem Papier an, als ob sie mit Gummi angeleimt wären.

Ausser der Adhäsion, welche die Staubkörperchen vor dem Wegführen bewahrt, kann auch die verdichtete, in verhältnissmässiger Ruhe befindliche Luftschicht, welche wie ein Mantel feste Oberflächen überzieht, als Schutz dienen. Sind die Körperchen so klein, dass sie ganz darin eingebettet, vielleicht selbst tief darin begraben sind, so vermögen ihnen offenbar die Luftströmungen nur wenig anzuhaben.

Immerhin wird der Schutz, den die angetrockneten Staubkörperchen in der Adhäsion und in dem ruhenden Luftmantel finden, ausserordentlich verschieden sein, und die Beantwortung der Frage, durch welche Luftströmungen

sie fortgeführt werden, auch sehr ungleich ausfallen. Ich will daher nur ein bestimmtes Beispiel, nämlich die Spaltpilze berücksichtigen, da die Verbreitung derselben in die Atmosphäre ein hervorragendes Interesse gewährt.

Wenn das Wasser organische, nicht crystallisirende Verbindungen gelöst enthält, so zeigen die Spaltpilze nach dem Eintrocknen, da sie schon an und für sich ziemlich fest anhaften, nach der Menge und Beschaffenheit der Klebsubstanzen eine Reihe von Adhäsionsgraden, von denen auch die geringsten mit Leichtigkeit die Gewalt der stärksten Luftstösse aushalten. Denken wir uns eine Mücke mit Leim oder Gummi an eine Wand gepappt und noch mit einer dünnen Schicht von Leim oder Gummi überzogen, so haben wir im Grossen ein Bild von dem, was der Spaltpilz im Kleinen zeigt. Der letztere vermag aber einem viel heftigeren Angriff zu widerstehen als die Mücke, weil die Angriffsfläche um das Millionenfache kleiner und weil für ihn überdem ein Schutz in dem Luftmantel gegeben ist. — Die Mücke würde, wenn eine Wiederbenetzung ausbliebe, nach längerer Zeit doch etwas gelockert, weil die Klebmasse mit dem Wechsel der Temperatur sowie mit dem temporär eintretenden schärferen Austrocknen kleine Sprünge bekommt, die sich mit der Zeit erweitern. Für den angepappten Spaltpilz ist diese Gefahr viel geringer, da seine Klebmasse eine viel dünnere Schicht bildet, und für ihn besteht eine Aussicht, unter den angegebenen Verhältnissen in die Luft entführt zu werden, bloss für den Fall, dass irgend eine mechanische Aktion zu Hülfe kommt.

Ebenso verhält es sich, wenn grössere Mengen von Spaltpilzen mit Klebstoffen eintrocken. Selbst bei scharfem Austrocknen bilden sich in der immerhin dünnen und unhomogenen Masse kaum Risse, und dieselben können nie ein Lostrennen einzelner Pilze zur Folge haben. Nur wenn auf mechanischem Wege die angeklebte Masse in ein Pulver

verwandelt wird, vermögen mit den Splittern derselben die Pilze in die Luft zu gelangen, und es unterliegt gar keinem Zweifel, dass die grosse Mehrzahl der als Stäubchen herumfliegenden Spaltpilze diesen Ursprung hat.

Befinden sich aber die Spaltpilze in einer feuchten Atmosphäre, in der das Austrocknen nur unvollständig eintritt, oder enthält die Substanz, vermittelst welcher sie festkleben, eine Verbindung, die eine grosse Verwandtschaft zu Wasser hat und feucht bleibt, so sind sie für immer vor dem Entführen durch einen Luftstrom bewahrt. Dieses Schicksal haben beispielsweise diejenigen Spaltpilze, die an der Oberfläche eines von Zeit zu Zeit durch Auswurfsstoffe verunreinigten Bodens sich befinden. Die organischen Verbindungen des Harns, des Koths, des Küchenspülwassers bilden ein vorzügliches Klebmittel, welches auf einem nicht sehr trockenen Boden längere Zeit zähe bleibt.

Ich habe bis jetzt angenommen, dass die mit einem Klebstoff angetrockneten Spaltpilze entweder gar nicht oder dann wieder mit einer den nämlichen Klebstoff enthaltenden Flüssigkeit benetzt werden. Tritt dagegen Benetzung durch reines Wasser, z. B. durch Regen- oder Brunnenwasser ein, so können die Klebstoffe ausgewaschen werden, und die Spaltpilze zeigen dann das nämliche Verhalten, als ob sie aus reinem Wasser angetrocknet wären. Es ist daher noch zu untersuchen, welche Wahrscheinlichkeit für das Wegführen von Spaltpilzen besteht, die aus Flüssigkeiten ohne wirksame Mengen von Klebstoffen antrocknen. Eine solche Flüssigkeit ist im Allgemeinen das Wasser der Flüsse, Seen, Sümpfe, sowie das Grundwasser. Die organischen Nährstoffe sind hier humussaures Ammoniak, vielleicht auch Ammoniaksalze von andern organischen Säuren und vielleicht einfache, Kohlenstoff und Stickstoff enthaltende Verbindungen.

An der Erdoberfläche, an Steinen und Pflanzen, die

bei Ueberschwemmungen und hohem Stand des Sumpfwassers, ebenso an den Bodentheilen, die bei hohem Grundwasserstande bespült werden, bleiben nach dem Sinken des Wassers Spaltpilze zurück und trocknen fast ohne Klebstoffe ein. Weil auch die Unterlage, wie vorausgesetzt wird, solcher Stoffe entbehrt, so muss der erfolgende Adhäsionsgrad von der Beschaffenheit der Zellmembran abhängen. Da nun die einzelnen Pilze viel zu klein sind, um eine direkte Beobachtung zu gestatten, so kann auf ihr Verhalten nur aus dem Verhalten der morphologisch verwandten Algen sowie aus demjenigen ganzer Spaltpilzlager geschlossen werden.

Was die Algen betrifft, so haften die auf Stein, Holz oder ungeleimtem Papier angetrockneten Zellen um so besser, je dicker und weicher ihre Membranen sind, und solche mit schleimigen Membranen kleben, wie bereits bemerkt, so fest an, dass man sie mit einem Klebmittel nicht besser aufpappen könnte, während Zellen mit derben Membranen wenig oder gar nicht adhäriren.

Bei den Spaltpilzen scheinen, wie bei der verwandten Algengruppe der Nostochinen, alle Festigkeitsgrade in den Zellmembranen vertreten zu sein. Es lassen sich zwar nur die dicken schleimigen oder gallertartigen Membranen direct sehen, und Spaltpilze mit solchen Membranen kleben in ganzen Massen, auch wenn sie in reinem Wasser gewachsen sind, aufs Innigste dem Papier an. Aber schon die Essigmutter, deren Zellen zwar dicke aber ziemlich feste Häute haben, haftet weniger gut. Ueber die Beschaffenheit der äusserst dünnen Membranen, wie sie die meisten Spaltpilze haben, lässt sich im Einzelnen nichts Sicheres aussagen; und es ist bloss im Allgemeinen nach den analogen Erscheinungen wahrscheinlich, dass sie in allen Graden adhäriren.

Sollte aber auch die Adhäsion solcher aus einer Flüssigkeit ohne Klebstoffe angetrockneter Spaltpilze nur eine geringe sein, so werden sie überdem, wenn sie einzeln liegen, durch die ruhende verdichtete Luftschicht so bedeckt und geschützt sein, dass keine Luftströmung sie von einer freien Oberfläche wegzuführen vermag. Bloss von ganzen Flocken, die aus zahlreichen mit einander verbundenen Spaltpilzen bestehen, lässt sich allenfalls annehmen, dass dieselben, da sie mehr vorragen, zuweilen losgerissen werden.

Es ist drittens zu untersuchen, wie sich trocken angeflogene Staubkörperchen bezüglich des Wiederwegführens in die Luft verhalten, wobei natürlich vorausgesetz wird, dass sie seit dem Anfliegen nie benetzt wurden, weil sie sonst den angetrockneten gleich wären. Solche Körperchen haben im Allgemeinen eine äusserst geringe Adhäsion zu der festen Oberfläche, an der sie sich befinden, weil sie dieselbe nur mit einer kleinen Stelle ihrer runden oder unregelmässigen Gestalt berühren. Doch ist die Adhäsion immerhin so gross, um nicht von dem Gewicht der Körperchen überwunden zu werden, da diese nicht bloss an einer glatten senkrechten Fläche nicht hinunterrutschen, sondern auch von einer horizontalen, abwärts schauenden Fläche nicht hinunterfallen.

Solche trocken angeflogene Körperchen werden von Luftströmungen leicht wieder fortgeführt, insofern sie nicht in dem ruhenden Luftmantel Schutz finden. Bei ihnen ist die Grösse und zwar der zur festen Oberfläche rechtwinklige Durchmesser von entscheidender Bedeutung, weil mit der Zunahme dieses Durchmessers jener Schutz geringer wird. Während kleine vereinzelte Körperchen starken Luftströmungen trotzen, werden grosse Körperchen oder flockenförmige Verbände kleiner Körperchen schon von viel

schwächeren Luftbewegungen fortgerissen. Man kann sich von dieser Thatsache leicht überzeugen, wenn man eine Glasplatte mit Stärkemehl bestreut, dieselbe mit dem Mikroskop betrachtet, dann einen Luftstrom darauf treffen lässt und nachher wieder beobachtet. Uebrigens hängt die Wirkung selbstverständlich von der Richtung des Stromes gegen die feste Oberfläche ab; eine mit derselben parallel gehende Luftbewegung lässt bestimmte Körperchen ruhig liegen, während eine schiefe Bewegung sie wegreisst.

Das Wegführen trocken angeflogener Staubkörperchen durch einen Luftstrom lässt sich in manchen Fällen am besten beurtheilen, wenn man beobachtet, unter welchen Umständen sie anfliegen. Denn es kann natürlicher Weise der bei einer bestimmten Luftbewegung angeflogene Körper nur losgerissen werden, wenn entweder die Luftbewegung bei gleicher Richtung stärker wird, oder wenn sie bei gleicher Stärke eine wirksamere Richtung annimmt. Ich will bezüglich des Anfliegens nur den einen Fall kurz besprechen, wie sich dasselbe in Kanälen gestaltet, weil dieser Fall gerade die wichtigste praktische Anwendung findet.

Lassen wir in einer cylindrischen und genau senkrecht stehenden Glasröhre einen Luftstrom, in welchem Staubkörperchen, z. B. Stärkekörnchen suspendirt sind, aufsteigen, so bedeckt sich die innere Röhrenwand nach und nach mit einem Anflug von Stärkemehl. Die Ursachen dieser Erscheinung sind leicht einzusehen. Die aufsteigende Luft hat bei verschiedenen Abständen von der Peripherie eine ungleiche Geschwindigkeit. Im Innern ist die Geschwindigkeit am grössten; sie nimmt nach der ruhenden Luftschicht, welche die Wandung überzieht, immer mehr ab. Aber diese Abnahme ist keine ganz regelmässige. Zerlegen wir den ganzen Luftcylinder in einzelne Strömungsfäden, so haben diese, und zwar schon wegen der beim

Ein- und Ausströmen eintretenden Unregelmässigkeiten, keinen vollkommen parallelen Verlauf, sondern es findet fortwährend das allmählige Uebertreten von Luftmassen aus einer Region des Querschnittes in eine andere statt. Verfolgt man eine dem blossen Auge deutlich sichtbare Stärkemehlflocke, so bemerkt man oft, dass dieselbe eine Strecke weit aufsteigt und dann wieder hinunterfällt, um später vielleicht wieder aufzusteigen. Nur ein innerer Luftcylinder vermag Körner und Flocken von einer bestimmten Grösse aufwärts zu tragen. In dem ausserhalb dieses Cylinders befindlichen Hohlcylinder sinken sie nieder. Treten sie aber noch näher an die Peripherie und kommen sie in die ruhende Luftschicht und in Berührung mit der Wandung, so bleiben sie fest sitzen.

In einer horizontal- oder schiefliegenden, im Uebrigen aber geraden und cylindrischen Glasröhre ist die Strömung zwar noch ziemlich regelmässig, aber es legt sich eine grössere Zahl von Staubkörperchen auf der unteren Seite des Hohlraums an. In cylindrischen gebogenen, in cylindrischen stellenweise erweiterten oder verengten Röhren, in solchen mit elliptischem Querschnitt wird das Absetzen noch ungleichmässiger und lässt auf ungleich vertheilte und unregelmässige Strömungen schliessen. Streicht die Luft durch Röhren mit sehr kleinem Querschnitt, so muss auch der in weiten Röhren unbewegliche Luftmantel zum grössten Theil strömen. In solchen engen Röhren setzen sich die Staubkörperchen viel weniger leicht an und werden, wenn sie einmal angeflogen sind, durch viel schwächere Luftströmungen weggeführt, als dies in weiten Röhren der Fall ist. Im Uebrigen müssen die Modalitäten dieser Erscheinungen durch eigens hiefür angestellte Versuche ermittelt werden.

Zum Schlusse halte ich es für zweckmässig, noch eine allgemeine Betrachtung über das Entweichen von Staubkörperchen aus einer porösen Substanz und zwar speziell der Spaltpilze aus dem Boden anzustellen, da bei diesem Vorgang die verschiedenen bis jetzt besprochenen Gesichtspunkte in Berücksichtigung kommen. — Der ganze Vorgang zerfällt in zwei Theile: das Ablösen der Pilze von den Bodentheilchen und der Transport derselben durch den Boden bis in die Atmosphäre.

Die Spaltpilze bilden sich nur in einem benetzten Boden und können daraus, so lange die Benetzung andauert, von Luftströmungen noch weniger fortgeführt werden, als von einer freien Fläche. Trocknen sie mit einem Klebstoff an, der in einem durch Auswurfstoffe verunreinigten Boden immer enthalten ist, so sind sie jedenfalls, insoferne nicht eine mechanische Action das Ablösen und Verkleinern wirksam unterstützt, so lange festgebannt, bis der Klebstoff ausgewaschen oder zerstört ist. Ist das Letztere eingetreten, oder sind die Spaltpilze von Anfang an aus Wasser ohne Klebstoff angetrocknet, so ist die Frage, welchen Grad der Adhäsion sie durch ihre eigene Membran erlangt haben, und welchen Schutz ihnen der ruhende Luftmantel, der alle Bodentheilchen umgiebt, gewährt. Wenn man berücksichtigt, dass die Spaltpilze immer einigermassen adhäriren, und dass sie so klein sind, um von dem Luftmantel ganz eingehüllt zu werden, so könnte man vermuthen, dass die schwachen Luftströmungen des Bodens überhaupt keine in demselben angetrockneten Spaltpilze wegzuführen vermöchten.

Dies wäre indess ein irrthümlicher Schluss. Ebenso wie die Erfahrung uns zeigt, dass die Spaltpilze wirklich aus dem Boden herauskommen, giebt es auch einige Thatsachen, welche uns dieses Herauskommen unter gewissen Umständen als nothwendig voraussehen lassen. Einmal ist

zu berücksichtigen, dass in den engen Poren des Bodens oft beinahe der ganze Luftmantel sich in Bewegung setzen und daher auch die in diesen Poren angetrockneten Stäubchen leichter fortführen wird. Ferner werden sehr häufig die Pilze nicht einzeln, sondern in zusammenhängenden Gruppen an den Bodentheilchen haften. Die Spaltpilze haben nämlich die Neigung, an der Oberfläche von Flüssigkeiten dünne Häute zu bilden. Diess wird auch im Boden der Fall sein. Füllt das Wasser einen capillaren Raum aus, so entsteht auf dem Meniscus desselben, unter dem begünstigenden Einfluss des frei zutretenden Sauerstoffs, ein äusserst zartes Häutchen, welches nach dem Austrocknen von den schwachen Luftströmungen zerrissen werden muss. — In den so mannigfaltig gestalteten kleinen Bodenräumen können sich auch andere Verbände von Spaltpilzen bilden, die im trockenen Zustande als Flocken eine im Verhältniss zu ihrem Querschnitt, der den Strömungen als Angriffsfläche dient, nur geringe Adhäsion zeigen und denen auch wegen ihrer beträchtlicheren Grösse der Luftmantel wenig Schutz gewährt. Den nämlichen Vortheil für den Transport finden die Spaltpilze, wenn sie an lose liegenden, hinreichend leichten Bodentheilchen ankleben.

Für das wichtigste Hilfsmittel indess, welches das Entweichen der Spaltpilze aus dem Boden möglich macht, halte ich die Bewegungen, die in der Masse des Bodens selbst thätig sind und eine unausgesetzte Lockerung der kleinen Theilchen bewirken. Ursache dieser Bewegungen sind die Temperaturveränderungen. Wenn feste Mineralsubstanzen sich um 1° C. erwärmen, so beträgt der mittlere lineare Ausdehnungscoefficient, so weit er bis jetzt bekannt ist, zwischen 0,000000'5 und 0,00004. Nehmen wir denjenigen des Kalkspaths (0,000005) als Massstab für den Kalkboden an, so nimmt 1 Meter bei einer Temperaturänderung von 1° in jeder Richtung um 0,005 mm zu oder

ab, bei einer Temperaturänderung von 10° um 0,05 mm. Es ist dies allerdings eine geringe Bewegung und ohne Belang für die meisten Bodentheile, für die kleinsten derselben aber doch sehr bemerkbar. Die Verschiebung auf 1 m Länge beträgt nämlich in den beiden angenommenen Fällen (bei Temperaturschwankungen von 1 und 10°) 10 und 100 mal die Dicke eines mittelgrossen Spaltpilzes (von 0,5 mik. Durchmesser trocken). Während demnach grössere Körper ihre relative Lage nicht verändern, können Staubkörperchen ganz verschoben werden.

Die beständige Bewegung, in der die Bodentheile wegen der fortwährenden Temperaturveränderungen begriffen sind, muss in einem trockenen Boden um so mehr die Verkleinerung und Lostrennung der Theilchen bewirken, je kleiner dieselben sind und je geringeren Widerstand sie zu leisten vermögen; die Conglomerate von mineralischen Staubkörperchen werden zerrieben, Spaltpilzgruppen und einzelne Spaltpilze von ihrer Unterlage abgestossen. Wie auf der Bodenoberfläche die angetrockneten Spaltpilzmassen durch den Tritt der Menschen und Thiere und durch andere mechanische Ursachen zerkleinert und in Pulver verwandelt werden, erfahren sie das nämliche Schicksal unter der Bodenoberfläche fast allein durch die mit dem Temperaturwechsel verbundenen Bewegungen.

Die dadurch freigemachten Spaltpilze können nun durch Luftströmungen fortgeführt werden, sei es einzeln, sei es zu vielen in Verbänden, sei es auf mikroskopischen Splittern von Bodentheilen, denen sie aufsitzen. Ihr weiteres Schicksal hängt davon ab, ob sie den Weg durch den Boden in die Luft zurückzulegen vermögen oder nicht. Im Allgemeinen treffen sie dabei auf nicht geringe Hindernisse, auch wenn der Boden vollkommen trocken ist und wenn die Luftströmungen die günstigste Richtung einhalten. Es ist ja bekannt, dass die Luft, die man durch eine feinporöse

Substanz, z. B. durch Baumwolle filtrirt, von Staubkörperchen, auch von den kleinsten Spaltpilzen befreit werden kann. Doch erweist sich selbst ein dichter Baumwollpfropf von bestimmter Länge mit seinen so äusserst feinen Poren nur für eine bestimmte Luftgeschwindigkeit und während einer bestimmten Zeit als vollkommenes Filter.

Der poröse Boden verhält sich, wenn die veränderten Verhältnisse in Anschlag gebracht werden, ähnlich wie ein Baumwollpfropf. Er hält die Staubkörperchen je nach seiner Beschaffenheit bis auf eine bestimmte Luftgeschwindigkeit und bis auf eine bestimmte Zeitdauer zurück, und wird über diese Grenze hinaus durchlässig. Im Allgemeinen erfolgt natürlich der Transport um so leichter, je weiter die Poren sind, und steht damit in gewissem Gegensatz zur Produktion der Spaltpilze, für welche in vielen Fällen der aus kleinen Theilen bestehende Boden sich günstiger erweist. Es darf jedoch nicht der umgekehrte Satz aufgestellt werden, dass die Durchlässigkeit des Bodens für Staubkörperchen um so geringer werde, je kleiner die Poren sind; denn das letztere Moment kann, wenn die Luft keinen anderen Ausweg hat, sich gerade als günstig erweisen.

Ueberhaupt lässt sich bezüglich der Frage, wie sich der Transport in einem feinporösen Boden gestalten werde, welche Gunstfälle sich hier den einzelnen Spaltpilzen, den aus vielen Pilzen bestehenden Flocken und den winzigen pilzführenden Bodensplittern sowohl rücksichtlich des Hängenbleibens als rücksichtlich des Weiterfliegens eröffnen, — hierüber lässt sich bei der grossen Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten nichts Bestimmtes aussagen. Wir vermögen nur einzusehen, dass für jeden einzelnen Fall der Bodenbeschaffenheit, den wir construiren, der Stillstand und der Fortschritt der Staubkörperchen eine Function der Luftgeschwindigkeit, der Zeitdauer, der Grösse und des Gewichtes der Körperchen ist.

Für den Fall, dass der Boden hinreichend austrocknet, ist also die Möglichkeit immer vorhanden, dass die früher darin entstandenen Spaltpilze in die Luft gelangen. Sie werden aber trotz der Bewegungen im Boden denselben um so weniger verlassen können, je mehr er feucht bleibt und je mehr er mit Auswurfsstoffen verunreinigt ist, weil die Klebstoffe des Harns, des Koths und des Küchenspülwassers in dem Boden nicht leicht so stark austrocknen, dass die vermittelst derselben unter einander und mit den Bodentheilchen zusammenklebenden Spaltpilzmassen in transportabeln Staub zerfallen. Es ist endlich selbstverständlich, dass ein Boden, der von Zeit zu Zeit mit Wasser oder gar mit Auswurfsstoffen benetzt wird, überhaupt keine Spaltpilze in die Luft entlässt.

Ich habe in der heutigen Mittheilung untersucht, was sich aus den bekannten physikalischen Thatsachen auf die verschiedenartigen Bewegungen der Staubkörperchen schliessen lasse. Diese theoretische Betrachtung weist in manchen Punkten auf Lücken in unserem Wissen hin, welche auf experimentellem Wege auszufüllen sind. In Folge dessen haben Herr Dr. Hans Buchner und ich gemeinschaftlich mehrere Versuchsreihen begonnen, welche namentlich die für die Lehre von der Verbreitung der Spaltpilze besonders wichtigen Fragen thatsächlich beantworten sollen. Die gewonnenen Resultate werde ich später ausführlich darlegen.

Für heute beschränke ich mich darauf, das Ergebniss derjenigen Versuche, welche durch den Eingangs erwähnten Widerspruch Soyka's veranlasst wurden, im Voraus kurz mitzutheilen. Nach seinen im hygienischen Institut angestellten Experimenten sollte eine Luftgeschwindigkeit von weniger als 3 cm in der Secunde Spaltpilze von einer faulenden Flüssigkeit (die in verdünntem Blut bestand) losreissen.

Unsere Versuche stehen hiezu im schärfsten Gegensatze. Wir bedienten uns einiger Flüssigkeiten von viel geringerer Klebrigkeit, nämlich faulender 1/8 prozentiger Fleischextractlösung und faulenden Harns. Gleichwohl war es uns bis jetzt nicht möglich, einen Luftstrom von solcher Stärke hervorzubringen, welcher die nassen oder auch die angetrockneten Spaltpilze wegzuführen vermöchte, weder von der horizontalen Oberfläche der Flüssigkeit noch von benetzten Glaswänden und benetzten feinen Drahtnetzen, noch auch von Glaswänden und Drahtnetzen, auf denen die faulende Flüssigkeit vorher oder während des Luftdurchziehens antrocknete. Die Geschwindigkeit der Luftströmung wurde in den successiven Versuchen gesteigert auf 10 und 20 Meter in der Secunde, also bis zur Heftigkeit des Sturmwindes. Die einzelnen Versuche dauerten 6—8 Stunden.

Bei dem vollkommenen Widerspruche, in dem sich unsere Ergebnisse mit den Soyka'schen befinden, muss bei der Gewinnung der einen oder anderen ein experimenteller Fehler untergelaufen sein. Um unser Verfahren klar zu stellen und zu rechtfertigen, bemerke ich über Versuchsanordnung und Controlversuche Folgendes.

Wir bedienten uns dreifach gebogener Glasröhren, die an beiden Enden mit Baumwollpfropfen verschlossen waren. In der einen Biegung befand sich die faulende Flüssigkeit, in der andern eine durch Erhitzen pilzfrei gemachte Nährlösung. Die durchgezogene Luft strich zuerst über jene, dann über diese. — Controlversuche beweisen die vollkommene Leistungsfähigkeit der gebogenen Röhren und widerlegen den von Soyka in dieser Beziehung erhobenen Einwurf.

Die durch den Apparat hindurchgehende Luft muss pilzfrei sein, weil der Versuch zeigen soll, ob dieselbe von der faulenden Flüssigkeit Pilze oder deren Keime fortführe und damit die pilzfreie Nährlösung infizire. Zum Reinigen

der Luft empfiehlt sich am meisten ein Baumwollpfropf, der auch von jeher als staubdichter Verschluss von Versuchsflaschen angewendet worden ist. Da es sich aber in diesem Falle nicht wie gewöhnlich um einen Verschluss gegen ruhende oder nur unmerklich bewegte Luft, sondern gegen einen durchgehenden Luftstrom von grösserer Geschwindigkeit handelte, so musste die Leistungsfähigkeit des Pfropfs in dieser Beziehung zuerst festgestellt werden.

Diese Controlversuche ergaben, dass kein Baumwollpfropf absolut brauchbar ist. Seine Leistungsfähigkeit hängt ab von seiner Dichtigkeit und Länge, von der Geschwindigkeit des durchgehenden Luftstroms und von der Zeitdauer desselben. Ich führe beispielsweise an, dass ein möglichst dichter Pfropf von 2 cm Länge (die lockeren Enden nicht gerechnet) sich schon für eine kurze Versuchsdauer nicht mehr als staubdicht erweist, wenn die durchstreichende Luft in einer leeren Röhre von gleichem Querschnitt die Geschwindigkeit von 10—12 cm in der Secunde erreicht. (die Geschwindigkeit in den Poren des Baumwollpfropfes ist natürlich viel grösser).

Es ergibt sich hieraus, dass für jeden Versuch der Verschluss geprüft werden musste. War der letztere nicht ausreichend, so wurde die pilzfreie und klare Nährlösung inficirt und getrübt, aber, insofern einer der vorhin genannten Versuchsapparate angewendet wurde, nicht durch die von der faulenden Flüssigkeit entführten, sondern durch die mit der Luft durch den Pfropf hindurch gegangenen Pilze. Die Richtigkeit dieser Deutung ergab sich schon aus der mikroskopischen Untersuchung, indem wir in der getrübten Nährlösung die verschiedenen in der Luft vorkommenden Spaltpilzformen und darunter auch solche fanden, die der in Fäulniss versetzten Flüssigkeit mangelten.

Sehr überzeugend sind auch folgende Versuche. Es wurden mehrere Apparate, von denen jeder aus einer drei-

fach gebogenen Röhre mit einer faulenden Flüssigkeit und einer pilzfreien Nährlösung bestand, durch Kautschukröhren verbunden. Die einzelnen Apparate, die durch ihre Verkoppelung eine einzige Leitung darstellten, seien durch I, II, III, IV, V bezeichnet. Da jeder Apparat an beiden Enden mit einem Baumwollpfropf versehen war, so wurde die in I eintretende Luft durch 1, die in II eintretende Luft durch 3 Pfropfe filtrirt, ebenso die Luft in III durch 5, die in IV durch 7, die in V durch 9 Pfropfe.

Es hing nun lediglich von der Geschwindigkeit der durchgehenden Luftströmung ab, ob in keinem der einzelnen Apparate, ob in allen oder nur in den ersten (in I, oder I und II, oder I, II und III) die pilzfreie Nährlösung inficirt wurde. Da bei jedem einzelnen Versuch die Strömungsgeschwindigkeit in allen Apparaten die nämliche war, so konnte das ungleiche Verhalten derselben nur von der ungleichen Filtration der Luft herrühren. Dies zeigte sich auch bei partieller Infection ausserordentlich deutlich in dem Umstande, dass z. B. in I die Nährlösung rasch und stark, in II langsam und schwach getrübt wurde, während die Trübung in den folgenden Apparaten ganz ausblieb. Solche Versuche thun in zwingender Weise dar, dass die angewendete Luftgeschwindigkeit von den faulenden Flüssigkeiten nichts entführte.

Was alle übrigen Versuche betrifft, so ist bei denselben das negative Resultat immer entscheidend und lässt keine andere Deutung zu. Bleibt z. B. bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 20 Metern in der Secunde die Infection der pilzfreien Nährlösung aus, so wird dadurch bewiesen, nicht nur dass der angewendete Verschluss staubdicht war, sondern auch dass von der faulenden Flüssigkeit nichts weggeführt wurde.

Man könnte nur den einen Einwurf machen, dass die von der faulenden Flüssigkeit weggeführten Pilze wegen

der Luft empfiehlt sich am meisten ein Baumwollpfropf, der auch von jeher als staubdichter Verschluss von Versuchsflaschen angewendet worden ist. Da es sich aber in diesem Falle nicht wie gewöhnlich um einen Verschluss gegen ruhende oder nur unmerklich bewegte Luft, sondern gegen einen durchgehenden Luftstrom von grösserer Geschwindigkeit handelte, so musste die Leistungsfähigkeit des Pfropfs in dieser Beziehung zuerst festgestellt werden.

Diese Controlversuche ergaben, dass kein Baumwollpfropf absolut brauchbar ist. Seine Leistungsfähigkeit hängt ab von seiner Dichtigkeit und Länge, von der Geschwindigkeit des durchgehenden Luftstroms und von der Zeitdauer desselben. Ich führe beispielsweise an, dass ein möglichst dichter Pfropf von 2 cm Länge (die lockeren Enden nicht gerechnet) sich schon für eine kurze Versuchsdauer nicht mehr als staubdicht erweist, wenn die durchstreichende Luft in einer leeren Röhre von gleichem Querschnitt die Geschwindigkeit von 10—12 cm in der Secunde erreicht. (die Geschwindigkeit in den Poren des Baumwollpfropfes ist natürlich viel grösser).

Es ergibt sich hieraus, dass für jeden Versuch der Verschluss geprüft werden musste. War der letztere nicht ausreichend, so wurde die pilzfreie und klare Nährlösung inficirt und getrübt, aber, insofern einer der vorhin genannten Versuchsapparate angewendet wurde, nicht durch die von der faulenden Flüssigkeit entführten, sondern durch die mit der Luft durch den Pfropf hindurch gegangenen Pilze. Die Richtigkeit dieser Deutung ergab sich schon aus der mikroskopischen Untersuchung, indem wir in der getrübten Nährlösung die verschiedenen in der Luft vorkommenden Spaltpilzformen und darunter auch solche fanden, die der in Fäulniss versetzten Flüssigkeit mangelten.

Sehr überzeugend sind auch folgende Versuche. Es wurden mehrere Apparate, von denen jeder aus einer drei-

fach gebogenen Röhre mit einer faulenden Flüssigkeit und einer pilzfreien Nährlösung bestand, durch Kautschukröhren verbunden. Die einzelnen Apparate, die durch ihre Verkoppelung eine einzige Leitung darstellten, seien durch I, II, III, IV, V bezeichnet. Da jeder Apparat an beiden Enden mit einem Baumwollpfropf versehen war, so wurde die in I eintretende Luft durch 1, die in II eintretende Luft durch 3 Pfropfe filtrirt, ebenso die Luft in III durch 5, die in IV durch 7, die in V durch 9 Pfropfe.

Es hing nun lediglich von der Geschwindigkeit der durchgehenden Luftströmung ab, ob in keinem der einzelnen Apparate, ob in allen oder nur in den ersten (in I, oder I und II, oder I, II und III) die pilzfreie Nährlösung inficirt wurde. Da bei jedem einzelnen Versuch die Strömungsgeschwindigkeit in allen Apparaten die nämliche war, so konnte das ungleiche Verhalten derselben nur von der ungleichen Filtration der Luft herrühren. Dies zeigte sich auch bei partieller Infection ausserordentlich deutlich in dem Umstande, dass z. B. in I die Nährlösung rasch und stark, in II langsam und schwach getrübt wurde, während die Trübung in den folgenden Apparaten ganz ausblieb. Solche Versuche thun in zwingender Weise dar, dass die angewendete Luftgeschwindigkeit von den faulenden Flüssigkeiten nichts entführte.

Was alle übrigen Versuche betrifft, so ist bei denselben das negative Resultat immer entscheidend und lässt keine andere Deutung zu. Bleibt z. B. bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 20 Metern in der Secunde die Infection der pilzfreien Nährlösung aus, so wird dadurch bewiesen, nicht nur dass der angewendete Verschluss staubdicht war, sondern auch dass von der faulenden Flüssigkeit nichts weggeführt wurde.

Man könnte nur den einen Einwurf machen, dass die von der faulenden Flüssigkeit weggeführten Pilze wegen

der grossen Luftgeschwindigkeit bei der pilzfreien Nährflüssigkeit vorbeiflogen und desshalb dieselbe nicht inficirten. Diesem Einwurf wurde aber zum Voraus dadurch begegnet, dass die bei der Nährlösung vorbeigegangene Luft durch einen besondern über derselben befindlichen Baumwollpfropf hindurchstreichen musste, in welchem die Pilze, die sie allenfalls mitbrachte, zurückgeblieben wären. Der genannte Pfropf wurde nach dem Versuch in die Nährlösung hinuntergestossen, sodass also dieser keine von der faulenden Flüssigkeit weggerissenen Pilze entgehen konnten.

Die angeführten Thatsachen sind für die daraus zu ziehenden Schlüsse durchaus zwingend, und befriedigen um so mehr, als sie mit den physikalischen Gesetzen und mit anderweitigen Versuchen im Einklange stehen.[1]) Wir werden daher zu der Vermuthung gedrängt, dass der schwache Punkt in den Versuchen Soyka's die ungenügende Filtration der Luft ist. Derselbe bemerkt zwar, dass er den Baumwollverschluss als genügendes Mittel, um Pilze abzuhalten, erprobt habe. Er scheint aber dieser Frage weniger Aufmerksamkeit geschenkt zu haben, da er nichts Näheres über die betreffenden Versuche sagt und da ihm die wichtige Thatsache, dass jeder Pfropf nur eine beschränkte Staubdichtigkeit besitzt, entgangen zu sein scheint. Auch hat derselbe nicht die inficirte Nährlösung mikroskopisch untersucht, um sich davon zu überzeugen, dass dieselbe die Pilze aus der faulenden Blutflüssigkeit und nicht etwa Pilze aus der Luft enthalte. Endlich konnte der von ihm angewendete Verschluss, wenn aus den Dimensionen des Apparates die Geschwindigkeit der durchstreichenden Luft be-

---

1) Bei meinen früheren Versuchen (1873) hatte ich ungereinigte Luft durch Kies gezogen, welcher mit faulender Flüssigkeit benetzt worden war, und dabei gefunden, dass die Luft nicht nur keine Pilze oder Pilzkeime daraus entführte, sondern auch diejenigen, die sie enthielt, darin zurückliess, also filtrirt wurde.

rechnet wird, nach unseren Versuchen unmöglich staubdicht sein.

Aus den Soyka'schen Versuchen wurde von Pettenkofer und Andern der Schluss gezogen, dass aus einem verunreinigten feuchten Boden schon von den schwächsten Luftströmungen Spaltpilze in die Luft geführt werden und dass meine gegentheiligen Behauptungen damit widerlegt seien. Da nun die genannten Versuche sich als unrichtig erwiesen haben, so fallen auch die daraus gezogenen Schlussfolgerungen hinweg, welche ohnehin, weil im Widerspruche mit meinen früheren direkten Versuchen mit benetztem Kiesboden, gewagt waren.

Wir haben zu unseren jetzigen Versuchen vorzugsweise faulenden Harn benützt, weil sie dadurch für die Beurtheilung der Bodenverunreinigung besonders brauchbar werden. Die gewonnenen Resultate, wonach selbst die stärkste Luftströmung von einer mit dieser Flüssigkeit benetzten oder mit derselben angetrockneten Oberfläche keine Pilze oder Pilzkeime wegzuführen vermag, bestätigen abermals die Richtigkeit der Behauptung, dass die Bodenverunreinigung nicht bloss unschädlich, sondern selbst entschieden nützlich sei, und dass ein Boden, je ausgiebiger und häufiger derselbe mit Auswurfsstoffen verunreinigt wird, um so weniger schädliche Keime in die Luft entweichen lassen kann.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom Verein für Naturkunde in Mannheim:

41—44. Jahresbericht für 1874—1877. 1878. 8°.

Von der Redaction der Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. Jahrg. III. 1879. Nr. 23, 24, 25, 26. 1879. 4°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Görlitz.

Abhandlungen. Bd. XVI. 1879. 8°.

Von der naturhistorischen Gesellschaft in Hannover:

27. und 28. Jahresbericht f. d. J. 1876—1878. 1878. 8°.

Von der k. Universitäts-Sternwarte in Breslau:

Mittheilungen, herausg. von J. G. Galle. 1879. 4°.

Von der Società di scienze naturali ed economiche in Palermo:

Bullettino. Nr. 12, 13. 1879. 4°.

Von der Botanical Society in Edinburgh:

a) Transactions and Proceedings. Vol. XIII. Part. 2. 1878. 8°.
b) Report by the Regius Keeper of the Royal Botanic Garden of Edinburgh for the year 1878. 1879. 8°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livre 450, 451. 1879. 4°.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Pamiętnik. Mathem. Cl. Tom. 4. 1878. 4°.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Mai 1879. 8°.

Von der Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 35. 1879. 8°.

Von der neurussischen Naturforscher-Gesellschaft in Odessa:

Sapiski (Berichte) Bd. V, 2. VI, 1. 1879. 8°.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

Annuario. Anno XIII. 1879. 8°.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. IIIe Série. Tom. 2. 1879. 8°.

Vom Naturhistorischen Verein von Wisconsin in Milwaukee:

Jahresbericht f. d. J. 1878—1879. 1879. 8°.

Von der Société centrale d'horticulture de France in Paris:

Journal. Tom. I. Mai 1879. 8°.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom Verein für Naturkunde in Mannheim:

41—44. Jahresbericht für 1874—1877. 1878. 8°.

Von der Redaction der Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. Jahrg. III. 1879. Nr. 23, 24, 25, 26. 1879. 4°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Görlitz.

Abhandlungen. Bd. XVI. 1879. 8°.

Von der naturhistorischen Gesellschaft in Hannover:

27. und 28. Jahresbericht f. d. J. 1876—1878. 1878. 8°.

Von der k. Universitäts-Sternwarte in Breslau:

Mittheilungen, herausg. von J. G. Galle. 1879. 4°.

Von der Società di scienze naturali ed economiche in Palermo:

Bullettino. Nr. 12, 13. 1879. 4°.

Von der Botanical Society in Edinburgh:

a) Transactions and Proceedings. Vol. XIII. Part. 2. 1878. 8°.
b) Report by the Regius Keeper of the Royal Botanic Garden of Edinburgh for the year 1878. 1879. 8°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livre 450, 451. 1879. 4°.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Pamiętnik. Mathem. Cl. Tom. 4. 1878. 4°.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Mai 1879. 8°.

Von der Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 35. 1879. 8°.

Von der neurussischen Naturforscher-Gesellschaft in Odessa:

Sapiski (Berichte) Bd. V, 2. VI, 1. 1879. 8°.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

Annuario. Anno XIII. 1879. 8°.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. IIIe Série. Tom. 2. 1879. 8°.

Vom Naturhistorischen Verein von Wisconsin in Milwaukee:

Jahresbericht f. d. J. 1878—1879. 1879. 8°.

Von der Société centrale d'horticulture de France in Paris:

Journal. Tom. I. Mai 1879. 8°.

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. N. F. Bd. 19. 1879. 8°.

Vom Herrn Hermann Scheffler in Braunschweig:

Wärme und Elastizität. Supplement zum II. Theile der Natur-Gesetze. Leipzig 1879. 8°.

Vom Herrn Robert Wiedersheim in Freiburg i. Br.:

Die Anatomie der Gymnophionen. Jena 1879. 4°.

Vom Herrn Martin Perels in München:

Vorträge über Sinnesempfindungen und Sinnestäuschungen etc. 2. Ausg. 1876. 8°.

Vom Herrn Francesco Ardissone in Mailand:

La vie des cellules. 1874. 8°.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 5. Juli 1879.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr L. Radlkofer spricht:

Ueber *Cupania* und damit verwandte Pflanzen.

Zu den Gattungen der Sapindaceen, welche noch nicht als wohl constituirte betrachtet werden können und welche ebenso, wie das für die Gattung *Sapindus* der Fall war [1]), weiterer Klärung bedürfen, gehört vor allem die Gattung *Cupania*.

Die Gattung *Cupania* ist ebenso alt wie *Sapindus*, wenn wir von Linné's Genera Plantarum (1737) bei der Altersbestimmung ausgehen. Auch wenn wir auf die Autoren vor Linné und demgemäss auf ihr erstes Auftreten bei Plumier (1703) Rücksicht nehmen, erscheint sie nur um wenige Jahre jünger als die zuerst von Tournefort (1694) aufgeführte Gattung *Sapindus*.

Während der nahezu anderthalb Jahrhunderte ihres Bestehens ist die Gattung *Cupania*, ganz ebenso wie *Sapindus*, unter mannigfachen Schwankungen ihres formellen Inhaltes, welche näher zu verfolgen hier nicht von Belang

1) Sieh diese Sitzungsberichte 1878, p. 221 ff.

ist, ein Sammelplatz geworden für eine grosse Zahl von Sapindaceen aus all' den Ländern, welche überhaupt dem Verbreitungsbezirke der Sapindaceen angehören. Die Zahl ihrer Arten erhebt sich, wenn man nach Baillon's [2]) und Hiern's [3]) Beispiel auch die Gruppe von Pflanzen, welche Bentham und Hooker in ihren Genera Plantarum (1862) noch getrennt gehalten und zu einer Art von Parallelgattung ähnlichen Umfanges und analoger geographischer Ausdehnung unter dem Namen *Ratonia* zusammengefasst haben, hinzurechnet, unter Einbeziehung der vorliegenden neuen Arten auf mehr als 200, und zwar meine ich damit, unter Aussonderung aller Synonyme und alles Unzugehörigen, vollgiltige Arten, welche in der That ein und demselben Verwandtschaftskreise angehören.

Das Bestreben, zu einer harmonischen Gliederung der Sapindaceen zu gelangen und eine naturgemässe, auf morphologische und anatomische Anhaltspunkte gestützte Vereinigung der Arten zu Gattungen und dieser zu weiteren verwandtschaftlichen Gruppen, zu Tribus, zu gewinnen, nöthiget mich, den in Rede stehenden Verwandtschaftskreis in anderer Weise aufzufassen, als das, wie eben erwähnt, in jüngster Zeit versucht worden ist.

Die Gattung *Cupania* in dem beregten Sinne, mit ihren circa 200 Arten, zeigt nicht entfernt jene innere Einheit der Organisation, wie andere, annähernd gleich grosse Gattungen der Sapindaceen, z. B. *Serjania* und *Paullinia*, deren Glieder zugleich durch das Band eines einheitlichen Verbreitungsbezirkes zusammengehalten werden. Sie löst sich vielmehr bei näherer Betrachtung in eine Anzahl von Artgruppen auf, welche ebenso sehr nach ihren

---

2) Baillon Hist. d. Plant., V (1874) p. 398.

3) Hiern in Hooker Flor. Brit. Ind. I (1875) p. 676 etc.

morphologischen und anatomischen Eigenthümlichkeiten, als nach geographischen Verhältnissen jenen eben genannten Gattungen als analog sich darstellen. Diese Gruppen scheinen mir demgemäss als jenen Gattungen gleichwerthig, d. h. als selbständige Gattungen aufgefasst werden zu müssen, wenn man zu einer ebenmässigen Gliederung der Familie gelangen will. Die ganze Summe der so sich ergebenden Gattungen aber möchte ich als eine besondere Tribus den andern analogen Gruppen einander zunächst verwandter Sapindaceengattungen an die Seite stellen.

Erneutes Studium führt mich somit zurück zu der Auffassung, welche schon Blume über die Gliederung der Familie der Sapindaceen und speciell über die Werthung des hier in Betracht stehenden Verwandtschaftskreises gehegt hat. Seine Auffassung ist zum Nachtheile der Wissenschaft, meine ich, verlassen worden. Nicht verlassen zu werden, wohl aber verbessert und weiter ausgebaut zu werden verdient sie.

Schon Blume hat es, um der näheren und ferneren Verwandtschaft der Gattungen gerecht zu werden und ihr entsprechenden Ausdruck zu verleihen, für nothwendig erachtet, die Familie der Sapindaceen in mehrere Tribus zu gliedern.

Eine dieser Tribus bildet ihm der hier in Betracht stehende Verwandtschaftskreis von *Cupania*. Er bezeichnet ihn als Tribus der *Cupanieae.*

Es bedarf nur weniger Veränderungen, um diese Tribus der *Cupanieae* von Blume mit unseren heutigen Kenntnissen in Einklang zu bringen. An Blume's Auffassung mag desshalb die weitere Erörterung unseres Gegenstandes anknüpfen.

Blume bezeichnet[4]) der Hauptsache nach als Cupanieen die Sapindaceen — sei es mit regelmässiger, sei es mit unregelmässiger Blüthe —, welche je eine aufsteigende Samenknospe in jedem Fruchtknotenfache und eine bald lederig-fleischige, bald holzige Kapselfrucht besitzen mit in der Mitte scheidewandtragenden Klappen. Damit ist der formelle Inhalt der Tribus im wesentlichen richtig dargelegt. Einige Zusatzbestimmungen übrigens und damit der materielle Inhalt, welchen Blume der Tribus zuweist, bedürfen der Modificirung. Für die Samen der betreffenden Gewächse ist die Angabe Blume's, dass sie einen Arillus besitzen, dahin zu erweitern, dass derselbe auch ein falscher, von Schichten des Pericarpes oder der Samenschale gebildeter sein oder ganz fehlen, beziehungsweise nur auf ein Fleischigwerden des Samenpolsters beschränkt sein kann. Die Angabe: „Arbores vel frutices erecti, foliis pari- vel impari-pinnatis" ist in ihrem letzteren Theile dahin zu präcisiren, dass diejenigen hieher gehörigen Gewächse, deren Blätter unpaarig gefiedert erscheinen, bei normaler Entwickelung niemals, mit alleiniger Ausnahme von *Paranephelium*, ein echtes Endblättchen, vielmehr nur ein dasselbe vertretendes, einzeln stehendes Seitenblättchen besitzen. Es hätte hinzugefügt werden können, dass die Blätter stets nebenblattlos sind. Ferner ist mit Rücksicht auf die von Blume noch nicht gekannte Gattung *Dilodendron* beizufügen, dass auch doppelt gefiederte Blätter (gelegentlich mit rudimentären Endblättchen) vorkommen; endlich, dass abnormer Weise die Blätter auch einfach werden können, wie ich bei *Cupania macrophylla* A. Rich. beobachtet habe.

Die angeführten Momente, welche dem Gesagten gemäss im wesentlichen schon von Blume richtig hervor-

4) In Rumphia III (1847), p. 157.

gehoben worden sind, genügen, um die Cupanieen von den übrigen Tribus der Sapindaceen zu unterscheiden.

Nur eine Angabe von Blume ist unter Ausscheidung der Gattung, um derentwillen sie in den Tribuscharakter aufgenommen worden war, zu streichen. Das ist die auf Blume's Gattung *Spanoghea*, welche als besondere Section zur Gattung *Alectryon* und mit dieser zur Tribus der Nephelieen gehört [5]), bezügliche Bemerkung: „Fructus rarissime transversim disrumpens".

Weiter ist von den Pflanzen, welche Blume in der Tribus der *Cupanieae* aufführt, *Hemigyrosa canescens* Bl. (d. i. *Lepisanthes tetraphylla* Radlk.), von welcher die Frucht Blume nicht bekannt war, und *Hemigyrosa? Pervillei* Bl., von welcher sie auch heute noch nicht bekannt ist, was aber nicht hindert, die Pflanze nach anderen Merkmalen als eine Art der Gattung *Deinbollia* (*D. Pervillei* Radlk.) zu erkennen, zu streichen. Die Gattung *Hemigyrosa* selbst aber tritt mit der noch übrigen, ihr eigentlich zu Grunde liegenden *Hemigyrosa Perrottetii* Bl. als eine besondere Section in die gleich zu erwähnende Gattung *Guioa* Cavan. über.

Aufrecht zu erhalten sind als selbständige Glieder der Cupanieen, und zwar mit demselben formellen Inhalte, welchen ihnen Blume schon gegeben hat, die Gattungen *Dictyoneura* Bl. (1847), *Arytera* Bl. (1847), *Mischocarpus* Bl. (1825) und *Lepidopetalum* Bl. (1847). Denselben ist die Gattung *Jagera* Bl. (1847), emend., anzureihen, welche Blume (irre geleitet durch eine Angabe von Zippel über die Fruchtbeschaffenheit, welche er nach den ihm vorliegenden Exemplaren mit unreifen Früchten zu verbessern nicht in der Lage war) der Tribus der *Melicocceae* beigerechnet hatte. In selbständige Gattungen umzuwandeln

5) Sieh Radlkofer, holländisch-indische Sapindaceen, p. 71.

sind die von Blume als Sectionen der Gattung *Cupania* aufgefassten Artgruppen, nämlich: *Pleuropteris*, für welche der ältere Name *Guioa* Cavan. (1797) anzunehmen ist, und *Elattostachys*, von welcher eine Art (*Cupania Minjalilen* Bl.) zu *Guioa* zu versetzen ist; ferner die nur nebenbei von Blume in Anmerkungen erwähnten (ausser der ersten von De Candolle entlehnten) Abtheilungen *Vouarana*, *Molinaea* und *Trigonis* (Blume schreibt ungenau „*Trigonocarpus*" DC.), welch' letztere die eigentliche Gattung *Cupania* in dem hier ihr zu gebenden engeren Sinne repräsentirt.

Sehen wir uns, ehe wir an die Vervollständigung der Gattungsreihe der Cupanieen gehen, nach den Verhältnissen um, durch welche die schon von Blume berührten und die weiter noch hinzuzufügenden Gattungen der Cupanieen als solche ausgezeichnet und in nähere oder fernere verwandtschaftliche Beziehung gesetzt erscheinen, so ist vor allem ein wichtiges Moment hervorzuheben, welches sich der Aufmerksamkeit der Beobachter oder doch der entsprechenden Würdigung bisher gänzlich entzogen zu haben scheint.

Es ist diess der Umstand, dass die sämmtlichen americanischen Cupanieen, soweit von denselben bisher zur Beobachtung geeignetes Material bekannt geworden ist, mit alleiniger Ausnahme von *Pseudima frutescens (Sapindus f.* Aubl.), einen lomatorrhizen Embryo, die übrigen aber, mit kaum nennenswerthen Ausnahmen, welche sich auf einzelne Arten meist vielgliedriger Gattungen beschränken, einen notorrhizen Embryo besitzen.

Ausständig ist der Nachweis dieses Verhältnisses wegen Mangels entsprechenden Materiales nur für wenige, meist nur je eine Art enthaltende Gattungen. Dahin gehören auf Seite der americanischen Cupanieen die weiter unten näher zu betrachtenden monotypischen Gattungen

Vouarana, *Scyphonychia*, *Dilodendron* und *Pentascyphus*; von den ausseramericanischen die africanischen Gattungen *Blighia*, *Laccodiscus*, *Eriocoelum* und *Phialodiscus*, von denen die ersteren ebenfalls monotypisch sind, die letzteren je 2 Arten in sich schliessen; ferner die asiatischen Gattungen *Lepiderema* und *Euphoriopsis*, beide monotypisch, und die zwei Arten umfassende Gattung *Trigonachras*. Die grosse Zahl der Fälle, auf deren Beobachtung der obige Satz und die darin ausgesprochene Regel fusst, lässt auch für diese wenigen ausständigen Fälle einen Anschluss an die Regel erwarten.

Was die Ausnahmsfälle betrifft, welche bei einzelnen Arten mehrgliedriger Gattungen sich finden, den der Regel folgenden Fällen gegenüber an Zahl aber verschwindend klein sind, so kommen dieselben namentlich da vor, wo das Würzelchen des Embryo sehr kurz, und demgemäss auch die Falte der Samenschale, welche das Würzelchen aufnimmt und in seiner Lage sichert, sehr seicht oder nahezu unausgebildet ist; ferner wenn, was gleichzeitig geschehen kann, die Cotyledonen bei aufrechter oder nahezu aufrechter Stellung sehr ungleiche Grösse gewinnen, in welchem Falle der kleinere von dem im Wachsthume vorauseilenden grösseren leicht aus seiner normalen Lage (gerade über oder gerade seitlich von ihm) gedrängt wird. Eine dadurch bedingte schief lomatorrhize oder schief notorrhize Beschaffenheit des Embryo, durch welche aber das eigentliche Verhalten desselben kaum verdeckt wird, lässt sich öfters bei ein und derselben Art neben regelmässiger Ausbildung beobachten. Fast zur Regel geworden fand ich die ungleichmässige Ausbildung der Cotyledonen (und zwar hier häufig noch verknüpft mit einer theilweisen Verwachsung derselben) bei *Matayba arborescens* (*Sapindus a.* Aubl.). Weiter zeigte sie sich in stärkerem Masse bei *Cupaniopsis foveolata* und gelegentlich auch bei einer oder der anderen

Guioa-Art. In normaler Lage gegen das Würzelchen fand ich die Cotyledonen in ihrem oberen verdickten Theile, während die unteren, stielartig verlängerten Theile neben, anstatt wie jene über einander gelegen waren, bei *Tina madagascariensis* (*Cupania Chapelieriana* Camb.). Die auffallendsten Ausnahmen bilden *Rhysotoechia Robertsoni* und *Sarcotoechia cuneata*, beide mit sehr kurzem Würzelchen und fast rein seitlich (rechts und links) stehenden Cotyledonen, während andere Arten derselben Gattungen einen deutlich notorrhizen Embryo zeigen. Von den genannten Arten standen übrigens nur wenige Samen zu Gebote, und es bleibt desshalb erst noch festzustellen, wie weit für dieselben das angegebene Verhalten etwa die Regel bildet. In keinem Falle aber dürften diese Ausnahmen, die sich nur auf einzelne Arten einer Gattung erstrecken, geeignet sein, die Giltigkeit der oben angeführten Regel in Frage zu stellen und den systematischen Werth des in Rede stehenden Organisationsverhältnisses zu alteriren.

Es mag zur Erläuterung dieser Verhältnisse hinzugefügt sein, dass entsprechend der ellipsoidischen Gestalt des Samens der Embryo der Cupanieen gewöhnlich selbst auch annäherungsweise ein aufrecht stehendes Ellipsoid darstellt, welches beim lomatorrhizen Embryo durch eine radialsenkrechte, beim notorrhizen aber gewöhnlich durch eine horizontale Ebene in die beiden Cotyledonen getrennt erscheint. Gewöhnlich von der halben Höhe des Embryo steigt an der äusseren (dem Rücken der Frucht zugewendeten) Seite desselben das Würzelchen herab, mit seiner Spitze der unmittelbar nach aussen vom Nabel an der Basis des Samens gelegenen Micropyle genähert. Im einfachsten Falle sind, wie beim lomatorrhizen Embryo, so auch beim notorrhizen die beiden Cotyledonen gleich gross. Es kann aber auch der obere oder der untere dem anderen an Grösse nachstehen. Das Würzelchen entspringt dann, wenn die

Trennungsebene der Cotyledonen horizontal bleibt, nothwendiger Weise schon über oder erst unter der Mitte. Die Trennungsebene kann aber auch von innen und oben nach aussen und unten, oder umgekehrt (es kommt gelegentlich beides bei derselben Art vor) geneigt sein, und zwar wieder so, dass ihr äusserer Rand den Rücken des Samens in mittlerer Höhe, oder darüber, oder darunter trifft, in welch letzteren Fällen natürlich auch der Ursprung des Würzelchens wieder über oder unter die Mitte verlegt sein muss. Im ersteren Falle erscheint dann das Würzelchen, dessen Spitze immer der Micropyle genähert bleibt, in der Regel entsprechend verlängert (wie z. B. bei *Guioa* zu beobachten ist). Im anderen Falle erscheint bei extremen Verhältnissen (z. B. *Synima* und *Sarcotoechia*) das Würzelchen stark verkürzt und der Embryo fast gerade gestreckt mit nach der Rücken- und Bauchfläche des Samens gekehrten Cotyledonen. In diesem Falle nun scheinen leicht Drehungen des Embryo einzutreten, so dass nun — und das war es, was bei *Sarcotoechia cuneata* sich zeigte — die Cotyledonen wie beim lomatorrhizen Embryo an die rechte und linke Seite des Samens zu stehen kommen. Es kann weiter, wie in den bisher betrachteten Fällen um eine tangential-horizontale, so auch um eine radial-horizontale Axe die Trennungsebene der Cotyledonen gedreht erscheinen, und zwar ebenso gut die horizontale des notorrhizen wie die verticale des lomatorrhizen Embryo, so dass für den einen wie für den anderen die gleiche Mittelstellung erreicht werden kann. Würde diess bei irgend einer Art regelmässig geschehen, so könnte natürlich der Embryo ebenso gut „schief notorrhiz“ wie „schief lomatorrhiz“ genannt werden. Dieser Fall dürfte sich aber in Wirklichkeit kaum finden. — Die hier berührten Verschiedenheiten in der Gestalt und gegenseitigen Lage der Theile des notorrhizen Embryo hat Ferd. v. Müller theilweise bereits beobachtet, und hat derselbe darauf hin

(Fragm. IX, 1876, p. 96) die Vermuthung ausgesprochen, dass sie vielleicht zur Charakterisirung bestimmter Artgruppen verwendbar sein möchten. Es ist aus der unten folgenden Uebersicht der Gattungen zu ersehen, dass das in der That der Fall ist; doch wird die volle Verwerthung dieser Verhältnisse für die Unterscheidung der Gattungen erst möglich werden, wenn die Grenzen der Schwankungen, von denen hier die Rede war, an einem reichen und auf alle Arten sich erstreckenden Materiale festgestellt sein werden. Vor der Hand liess sich nur theilweise, wie auf die chemischen, so auch auf die gestaltlichen Verhältnisse des Embryo bei der Umgrenzung der Gattungen Gewicht legen. Das wichtigste Verhältniss, das Vorkommen des lomatorrhizen Embryo bei der Hauptmasse der americanischen Cupanieen, konnte Ferd. v. Müller an seinem Materiale natürlich nicht beobachten.

Dem Gesagten gemäss erscheinen die americanischen Cupanieen, abgesehen von *Pseudima*, als solche mit lomatorrhizem Embryo näher unter sich als mit den übrigen verwandt und stellen sich als geeignet dar, in eine erste Subtribus vereiniget und so der grossen Zahl ausseramericanischer Cupanieen, welchen von americanischen nur *Pseudima* beizugesellen ist, als zweiter Subtribus gegenüber gestellt zu werden.[6])

Was weiter, um zuerst bei dieser zu verweilen, die Pflanzen der ersten Subtribus betrifft, so ist besonders die verschiedene Beschaffenheit des Kelches hervorzuheben,

6) Es wird dieses Verhältniss nicht wesentlich alterirt werden, wenn sich seiner Zeit auch für eine der anderen monotypischen Gattungen aus America, welche hier der ersten Subtribus beigerechnet werden, weil sie weniger an *Pseudima* als an die anderen americanischen, Gattungen sich anzunähern scheinen, die Nothwendigkeit ergeben sollte sie in die zweite Subtribus zu übertragen.

wie sie in der Sonderung von *Cupania* und *Ratonia* bei Bentham und Hooker (Gen. Plant. p. 399) schon den entsprechenden Ausdruck gefunden hat, und zwar in der Bezeichnung des Kelches von *Ratonia* als: „Calyx parvus, cupularis, breviter 4—5-lobus, lobis leviter imbricatis vel subvalvatis vel apertis" gegenüber der für *Cupania*: „Sepala 4—5 (rarius 3—6), orbiculata, concava, late 2-seriatim imbricata." Es scheint dabei nur etwas zu viel Gewicht auf die Imbrication des Kelches gegenüber seinem sonstigen Verhalten gelegt zu sein, wie auch aus der Bemerkung zu *Ratonia* hervorleuchtet: „Genus a Cupaneis calyce parvo, basi integro, subvalvato vel obscurius imbricato (saepe aegre) distinguendum." Der Kelch der *Ratonia*-Arten, oder, wie ich dieselben, da ich nur die betreffenden americanischen Gewächse hier im Auge habe, für welche in der Aublet'schen *Matayba guianensis* (fructu excluso) die älteste Genus-Bezeichnung gegeben ist, gleich jetzt und so fortan nennen will, der *Matayba*-Arten ist ursprünglich (wohl überall) gleichfalls, wenn auch schwach imbricirt und zeigt das mitunter auch nach seiner vollen Ausbildung noch mehr oder weniger deutlich an der Basis seiner Theile. Meist aber wird dieses Verhältniss dadurch verwischt, dass der Kelch sich sehr früh öffnet, noch ehe die übrigen Blüthentheile unter seinem Schutze ihre volle Ausbildung erreicht haben. Der Kelch selbst bleibt nun nahezu auf seiner dermaligen Entwicklungsstufe stehen, während die übrigen Blüthentheile ihre weitere Entwickelung verfolgen und erst nach geraumer Zeit zu ihrer vollen Ausbildung gelangen. Die um diese Zeit noch äusserst kleinen Blumenblätter und ihre an Grösse sie schliesslich nicht selten übertreffenden Schuppen entwickeln sich erst jetzt allmählig zu ihrer definitiven Gestalt und Grösse, so dass sie den Kelch schliesslich beträchtlich überragen. Die Antheren erlangen nunmehr erst ihre vollständige Ausbildung und werden dann erst, wenn sie dem

Aufspringen nahe sind, durch eine verhältnissmässig rasche Streckung der bis dahin äusserst kurzen und kaum bemerkbaren Filamente über den Kelch um ein mehrfaches seiner Länge (bei den männlichen Blüthen) emporgehoben. Die Fruchtanlagen (der hermaphroditen, resp. weiblichen Blüthen), welche zur Zeit der Oeffnung des Kelches noch ganz rudimentär sind, bilden jetzt erst allmählig ihren schliesslich an Länge den Fruchtknoten gewöhnlich übertreffenden Griffel und eine bestäubungsfähige Narbe aus. Kurz, auf die Oeffnung des Kelches folgt hier nicht sofort das, was man Entfaltung der Blüthe nennt, sondern erst die längere Zeit in Anspruch nehmende eigentliche Entwickelung derselben. Es scheint mir dieses Verhältniss am besten dadurch bezeichnet werden zu können, dass man den Kelch einen frühzeitig, einen vor der nahezu vollendeten Ausbildung der wesentlichen Blüthentheile sich öffnenden — einen calyx praecociter apertus — nennt. Mit dieser Entwickelungsweise hängt es zusammen, dass die geschlossene Blüthenknospe immer als eine verhältnissmässig sehr kleine und ebenso der nach seiner Oeffnung sich wenig mehr weiter entwickelnde Kelch als ein verhältnissmässig — d. h. im Verhältniss zu den übrigen Blüthentheilen und namentlich zu der schliesslich aus der Blüthe hervorgehenden Frucht, besonders im Vergleiche mit dem gleich näher zu betrachtenden, unter gleich grossen Früchten eigentlicher *Cupania*-Arten sich findenden (übrigens nicht etwa noch während der Fruchtreife sich vergrössernden) Kelche — kurzer und kleiner erscheint, oft kaum über den Discus der Blüthe sich erhebend.

Ich will diese Art des Kelches schlechthin den Matayba-Kelch im Gegensatze zu dem eigentlichen Cupania-Kelche nennen.

Der eigentliche Cupania-Kelch, wie ihn die der Gattung *Cupania* zu Grunde liegende *Cupania americana*

L. besitzt, zeigt in seiner Beziehung zu den übrigen Blüthentheilen das gewöhnliche, normale Verhalten: die inneren Blüthentheile erlangen unter seinem Schutze, also in der geschlossenen Knospe, ihre volle Entwickelung, und das Oeffnen des Kelches ist das Signal für die rasche Entfaltung auch der übrigen, auf ihre physiologische Leistung bereits vollständig vorbereiteten Blüthentheile, welche nur mässiger Streckung mehr unterliegen. Um zu dieser Entwickelung der an Grösse den inneren Blüthentheilen von *Matayba* wenigstens gleichkommenden, meist jedoch sie übertreffenden Blüthentheile von *Cupania* Raum zu bieten, muss natürlich die bis zu dem angegebenen Zeitpunkte geschlossen bleibende Knospe selbst auch eine beträchtlichere Grösse erlangen.

Die in dem Kelche von *Matayba* und *Cupania* hervortretende völlig verschiedene Entwicklungsweise der Blüthe — hier nämlich Entwickelung der Blüthentheile unter dem Schutze des Kelches in der geschlossenen Knospe, dort Entwickelung der Blüthentheile ohne Schutz des frühzeitig geöffneten Kelches — erscheint nach dem, was auch in anderen Gruppen der Sapindaceen über die Bedeutung des Kelches als Gattungsmerkmales zu ersehen ist, als ein Moment von ausreichendem Gewichte, um die schon vor mehr als 100 Jahren (1775) neben *Cupania* zur Unterscheidung gelangte Gattung *Matayba*, welche auch die gleichfalls als etwas von *Cupania* Verschiedenes unter der Bezeichnung *Ratonia* von De Candolle (1824) und Anderen hervorgehobenen americanischen Cupanieen, sowie verschiedene weitere Arten in sich aufzunehmen hat, neben *Cupania* aufrecht zu erhalten, resp. sie wieder in ihr Recht einzusetzen.

Dieses Moment wird aber noch unterstützt durch eine verschiedenartige Ausbildung der Blumenblätter bei den beiderlei Gattungen. Bei *Matayba* tragen die Blumenblätter auf der Innenseite rechts und links über dem kurzen Nagel eine selbständiger entwickelte, an Länge und Breite das

Blumenblatt selbst meist übertreffende Schuppe. Bei *Cupania* sind diese Schuppen mit ihrem äusseren Rande dem ziemlich lang benagelten Blumenblatte bald mehr bald minder hoch hinauf angewachsen, so dass dasselbe annäherungsweise die Gestalt eines von aussen nach innen etwas zusammengedrückten und an der nach dem Centrum der Blüthe gekehrten Seite der Länge nach aufgeschlitzten Trichters erhält. Die Arten von *Cupania* besitzen stets deutlich entwickelte Blumenblätter; bei manchen *Matayba*-Arten bleiben sie rudimentär, so dass sie gelegentlich vollständig übersehen wurden (bei der von Macfadyen als *Cupania apetala*, von Grisebach als *Ratonia apetala* bezeichneten Art). Im Habitus zeigen die Arten beider Gattungen nur gruppenweise charakteristische Eigenthümlichkeiten. Was die beiden Gattungen als nahe verwandt, als Parallelgattungen, wie man sie nennen könnte, erkennen lässt, ist ausser der Embryobeschaffenheit der morphologisch und anatomisch übereinstimmende Bau der Frucht und die Beschaffenheit des stets mit Arillus versehenen Samens.

Die beiden als Matayba- und Cupania-Kelch bezeichneten Formen des Kelches sind ohne Schwierigkeit und gewöhnlich auf den ersten Blick mit voller Bestimmtheit zu erkennen. Die von Bentham und Hooker für ihre *Ratonia* in der oben angeführten Bemerkung hervorgehobene Schwierigkeit der Unterscheidung von *Cupania* stellt sich erst ein, wenn man in diese beiden Gattungen, wie das von Bentham und Hooker geschehen ist, die ganze Masse der Cupanieen (mit der kaum nennenswerthen Ausnahme von *Eriocoelum*, *Paranephelium*, *Jagera* und *Diploglottis*, welche noch in gesonderter Stellung belassen sind) einbeziehen und vertheilen will. Bei solchem Vorgehen wird die Unterscheidung allerdings so schwierig und erscheint so wenig mehr von anderen eine natürliche Verwandtschaft documentirenden Verhältnissen unterstützt, dass es begreiflich

wird, wie man sich veranlasst sehen konnte, jeden Versuch einer solchen Unterscheidung überhaupt aufzugeben.

Unter den Cupanieen finden sich eben auch Pflanzen, welche noch andere als die bisher besprochenen beiden Formen des Kelches besitzen. Namentlich eine Form ist noch als dritte Kelchform hervorzuheben, die ich, weil die bekannteste Gattung, der sie zukommt, die Gattung *Blighia* ist, Blighia-Kelch nennen will. Sie stellt eine Art Mittelding zwischen den anderen beiden Formen dar, nähert sich nach verschiedenen Beziehungen beiden, schliesst sich aber keiner vollständig an. Sie nähert sich der Matayba-Form durch die gewöhnlich nur schwache Deckung und durch die Grundgestalt der Kelchtheile, welche ihre grösste Breite an der Basis besitzen und von da nach Art eines gleichschenkeligen Dreieckes mit kleinem Scheitelwinkel sich sachte verschmälern, so dass sie im Verhältniss zu ihrer Basis viel länger erscheinen als die mehr ein gleichseitiges Dreieck darstellenden Kelchtheile von *Matayba*. Mit der Cupania-Form stimmt dieser Kelch darin überein, dass seine Theile, wenn auch nicht so vollständig wie bei *Cupania*, so doch nahezu bis an den Grund frei und hier oder auch an der Spitze meist deutlich imbricirt sind; zugleich überdeckt derselbe die übrigen Blüthentheile länger, als das bei *Matayba* der Fall ist, wenn auch nicht bis zu dem Grade ihrer Ausbildung, wie bei *Cupania*.

Durch die Pflanzen mit derartigem Kelche, welcher sich überdiess bald mehr dieser, bald mehr jener der beiden Hauptformen annähert, musste natürlich, wie schon erwähnt, die Unterscheidung von Gattungen schwierig werden, welche lediglich auf die Beschaffenheit des Kelches, ohne gleichzeitige Berücksichtigung anderer Charaktere und nur unter Hervorhebung der extremsten Kelchformen gegründet waren, wie *Cupania* und *Ratonia* im Sinne von Bentham und Hooker. Dieser Sachverhalt war offenbar auch der Grund,

warum man in neuerer Zeit mehrfach, das Kind sammt dem Bade ausschüttend, die Unterscheidung einer Gattung *Ratonia* (oder *Matayba* etc.) neben *Cupania*, wodurch immerhin einem wichtigen Organisationsverhältnisse Rechnung getragen war, nur nicht in genügender Schärfe, schlechthin für unangemessen erachtete und die sämmtlichen Cupanieen (oder doch ihre Hauptmasse, wenn wir auf die Belassung der theils missverstandenen theils nur aus der Literatur dem Autor bekannt gewesenen Gattungen *Eriocoelum* und *Jagera*, *Paranephelium* und *Diploglottis* bei Baillon Rücksicht nehmen wollen) in eine grosse Gattung — *Cupania* — zu vereinigen für gut befand, wie das früher schon einmal durch Cambessedes (1829) geschehen war. Damit gelangte man allerdings wieder zu einer leichter abgrenzbaren, natürlichen Gruppe — zur Gruppe der Cupanieen eben, unter dem Namen *Cupania*, aber nicht zu einer naturgemässen Classification der betreffenden Gewächse. Eine solche war auch allerdings ohne ein durchgreifendes, auf die sämmtlichen Arten sich erstreckendes Studium der morphologischen nicht nur, sondern auch der anatomischen Verhältnisse nicht möglich.

Unter den americanischen Cupanieen ist mir nur eine Pflanze mit Blighia-Kelch bekannt geworden, welche sich zugleich durch die Gestalt ihrer Blumenblätter auszeichnet, so dass der darauf hindeutende Name *Pentascyphus* für die aus ihr zu bildende Gattung passend erscheinen mag. Die Blumenblätter sind nämlich ihrer ganzen Länge nach mit den Rändern einer ungefähr gleich grossen Schuppe verwachsen, so dass sie vollkommen trichter- oder becherförmig erscheinen. Auch das habituelle Gepräge der Pflanze ist ein eigenthümliches, besonders was die walzenförmige Gestalt ihrer Blüthensträusse betrifft.

Mit der Besonderung der 3 Gattungen *Cupania*, *Pentascyphus* und *Matayba* ist übrigens die Reihe

der in der ersten Subtribus der Cupanieen zu unterscheidenden Gattungen noch nicht erschöpft. Zwar die mit Matayba-Kelch versehenen americanischen Arten lassen sich alle der Gattung *Matayba* selbst einfügen. Was aber die mit Cupania-Kelch versehenen betrifft, so erscheint es angemessen, von *Cupania* selbst, welche die Hauptmasse der Arten in sich schliesst, 3 Typen als besondere, zur Zeit monotypische Gattungen zu unterscheiden.

Die eine derselben ist *Vouarana* Aubl. (1775), welche sich, wie durch eigenthümlichen Habitus, so durch den zarteren, blumenblattartigen Kelch und die dadurch mehr denen von *Sapindus*, als denen von *Cupania* ähnlich erscheinenden Blüthen, sowie durch einen arilluslosen Samen auszeichnet.

Die zweite bildet eine von Martius (1838) als *Cupania multiflora* bezeichnete Pflanze, welche schon durch ihren Habitus und durch die Grösse ihrer Blüthen von *Cupania* abweicht. Leider fehlen Früchte derselben, welche zur näheren Beurtheilung ihres Verhältnisses zu *Cupania* nothwendig wären. Die Blumenblätter aber zeigen gegenüber denen aller anderen americanischen Cupanieen eine derartig abweichende Gestalt — trichterige Vertiefung unter der Mitte ihrer lancettförmigen Platte in Folge der Verwachsung einer zweitheiligen bebärteten Schuppe mit den beiden Rändern des Blumenblattnagels, ähnlich wie bei *Hebecoccus* —, dass es mir als das Gerathenste erscheint, sie bis auf weiteres als den Typus einer besonderen Gattung — *Scyphonychia* — zu betrachten.

Als dritte endlich ist, insofern trotz des Fehlens wichtiger Theile doch die grösste Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass sie zu den Cupanieen zu rechnen sei, die vor allen andern Gattungen dieser Tribus durch ihre doppelt gefiederten Blätter ausgezeichnete Gattung *Dilodendron* [7]) den eben genannten Gattungen anzureihen.

7) Sieh Radlkofer über *Sapindus*, p. 355.

Gehen wir nun an die Betrachtung der die zweite Subtribus bildenden Cupanieen, welche, wie oben erwähnt, durch einen notorrhizen Embryo ausgezeichnet sind, so zeigt sich, dass auch hier die Gattungen in solche mit Cupania-Kelch, Blighia-Kelch und Matayba-Kelch unterschieden werden können. Zweckmässig erscheint es übrigens, da die hieher gehörigen Gattungen nach drei geographischen Hauptgebieten — erstens America, zweitens Africa und drittens Asien nebst Australien im weiteren Sinne, nämlich einschliesslich Polynesiens, in welchem Sinne fortan die Bezeichnung Oceanien gebraucht sein mag — streng gesondert sind, und keine derselben durch irgend eine ihrer Arten in das andere Gebiet übergreift, dieser Sonderung auch in der weiteren systematischen Uebersicht der Gattungen Ausdruck zu geben, und neben der allein das americanische Gebiet vertretenden Gattung *Pseudima* eine Gruppe der africanischen Gattungen und eine weitere der asiatisch-oceanischen Gattungen zu unterscheiden.

Gänzlich isolirt, sowohl in geographischer als in organologischer Beziehung, steht in dieser Subtribus die americanische, aus *Sapindus frutescens* Aubl. (1775) hervorgehende Gattung *Pseudima* Radlk. (1875)[8]) da. Sie zeichnet sich vor allem durch den eigenthümlichen, aus einem Theile des Pericarpes hervorgehenden, falschen Samenmantel aus, wie Aehnliches, aber in geringerem Grade, nur noch bei *Toechima* (s. unten) vorkommt, ferner durch verhältnissmässig grosse Blüthen mit Cupania-Kelch, durch gestreckte, schuppenlose, auf ihrer Innenfläche dicht be-

8) Sieh Radlkofer, sopra l'arillo etc. im Berichte über den i. J. 1875 zu Palermo gehaltenen wissenschaftlichen Congress und in Nuovo Giornale botanico italiano, 1878, Vol. X, No. 2; ferner in den Abhandlungen über die Sapindaceen Holländisch-Indiens, p. 61 und über *Sapindus*, p. 358.

haarte Blumenblätter, einen tief becherförmigen, fünfkantigen Discus, subextrorse Antheren und eine nicht zu unterschätzende Eigenthümlichkeit des Blattes, das Vorkommen nämlich kleiner eingesenkter Drüsen auf der unteren Blattfläche, ähnlich denen der Lepisantheen (s. üb. *Sapindus*, p. 269), welche sich in analoger, zum Theile aber schon etwas modificirter Weise unter den Cupanieen hauptsächlich nur noch bei den Arten von *Rhysotoechia* finden.

Was die africanischen Cupanieen, und zwar zunächst die mit Cupania-Kelch betrifft, so stehen dieselben allem Anscheine nach den Cupanieen der ersten Subtribus näher als die übrigen, und der Gattung *Cupania* selbst sehr nahe. Nichtsdestoweniger ist wohl gemäss dem über die Embryobeschaffenheit Gesagten hinsichtlich der Nothwendigkeit einer Trennung derselben von *Cupania* selbst kaum mehr ein Wort zu verlieren.

Für dieselben sind schon von älteren Autoren 3 Gattungen gebildet worden: *Molinaea* Comm. ed. Juss., 1789 (Gelonium Gärtn. 1791), *Gelonium* (non „Gaertn.") Du Petit-Thouars, 1806, welcher Name wegen der um ein Jahr älteren Euphorbiaceen-Gattung *Gelonium* Roxb. ed. Willd. (1805) durch den später, 1819, von Roemer und Schultes dafür vorgeschlagenen *Tina* zu ersetzen ist, und *Blighia* Koen., 1806 (*Akeesia* Tussac, 1808; *Bonannia* Raf. 1811). Ihnen sind nur 2 neue Gattungen hinzuzufügen: *Laccodiscus*, aus *Cupania ferruginea* Bak. hervorgehend, und die vor Jahresfrist erst publicirte *Aporrhiza* Radlk. Nur die ersten beiden dieser Gattungen umschliessen zur Zeit mehr als je eine Art.

Der Gattung *Cupania* am ähnlichsten von allen diesen ist *Molinaea*, so ähnlich, dass Jussieu selbst, wie Persoon berichtet, in späteren Jahren einer Vereinigung derselben mit *Cupania* das Wort gesprochen hat, gleichwie Dryander 1792 (resp. 1794) in den Transactions der

Linnaean Society. Sie stimmt ausser durch den Kelch durch den Bau der Frucht und die Beschaffenheit des Arillus, abgesehen von einem spornartigen Fortsatze desselben bei einigen Arten (kürzer, aber sonst ähnlich dem, wie er weiter unten für *Guioa* und *Mischocarpus* hervorzuheben sein wird), sehr nahe mit *Cupania* überein. Der wichtige Unterschied in der Beschaffenheit des Embryo vermag dadurch jedoch nicht verwischt zu werden. Der Embryo ist notorrhiz (wie ihn schon Gärtner tab. 139 für *M. cupanioides* dargestellt hat) mit (gelegentlich etwas schief) übereinander gelagerten (stärkereichen) Cotyledonen, das Würzelchen an der Aussenseite des Samens über die Rückenfläche des einen Cotyledons herabsteigend. Die Verschiedenheit von *Cupania* tritt weiter für die meisten Arten deutlich auch in der Beschaffenheit der Blumenblätter hervor. Diese sind meist spatelförmig gestreckt, denen von *Pseudima* ähnlich und wie diese gewöhnlich schuppenlos, übrigens mit breiterer Platte als bei der eben genannten Gattung und auf der Innenseite minder stark behaart. Nur bei wenigen Arten kommt durch geringe Einschlagung der Ränder eine rudimentäre Schuppenbildung zu Stande. Auch die Staubgefässe sind von denen der echten Cupania-Arten verschieden, die Filamente weniger schlank, die Antheren verhältnissmässig lang und dick. Besonderer Art ist ferner der Griffel; an seiner Spitze nämlich nicht in 3 Narben gespalten, sondern nur mit 3 sutural stehenden Narbenlinien bis über seine Mitte herab versehen. Eigenthümlichkeiten der vegetativen Organe fehlen nicht. Die gewöhnlich lederigen, meist weitläufig netzaderigen, stets ganzrandigen und mit breiten glatten Stielchen versehenen Blättchen lassen die Arten in ihrem habituellen Gepräge im allgemeinen mehr denen von *Matayba* als denen von *Cupania* ähnlich erscheinen. Die seitlich stets tief gelappte Frucht mit zusammengedrückten flügelartigen Fächern findet ihrer Gestalt und ihrem Baue nach ihre Analogieen

ebensowohl bei gewissen *Matayba*-Arten (*M. arborescens, longipes* etc.) als bei *Cupania*-Arten (*C. platycarpa, racemosa*). Der Same ist, wie bei diesen beiden Gattungen (und der folgenden) mit Arillus versehen und bis über die Hälfte oder ziemlich vollständig davon umhüllt.

Von Molinaea ist *Tina* verschieden durch die deutlichere, der von *Matayba* sich nähernde Schuppenbildung der Blumenblätter, durch den kürzer stigmatosen Griffel und durch die an *Vouarana* erinnernde, platte und, wie schon Thouars hervorhob, „biloculäre, acuminirte" Frucht. Bei *Molinaea* habe ich stets 3 Fruchtfächer gesehen, von denen aber das eine nicht selten derartig verkümmert, dass es leicht übersehen werden kann, wie das auch bei Gärtner bezüglich der wohl zweifellos hieher zu rechnenden Frucht von *Gelonium cupanioides* Gärtn., d. i. *Molinaea cupanioides* m., der Fall gewesen zu sein scheint. Im Habitus ferner ist *Tina* von *Molinaea* verschieden durch mitunter gezähnte oder gekerbte und bei den übrigen Arten durch lederig starre Blättchen. Sie scheint lediglich der Insel Madagascar anzugehören.

Laccodiscus (von λάκκος Grube, wegen des vertieften Discus) mit nur einer Art (*L. ferrugineus* m., aus *Cupania f.* Baker hervorgehend), liegt nur in unvollständigem Materiale vor, doch erweist sich dasselbe nach mehrfachen Beziehungen als sui generis. Die Kelchblätter sind verhältnissmässig schmal und gekielt; die Blüthenknospen desshalb fünf-rippig. Die Blumenblätter sind denen von *Pseudima* noch ähnlicher als die von *Molinaea*. Das Pericarp ist ausgezeichnet durch starke, radiär (fast wie bei *Talisia*) die Fruchtwand durchsetzende Gruppen von Sklerenchymzellen. Abgesehen von den sägezähnigen Blättchen ist das Aussehen der Pflanze und namentlich der dicht und dunkel behaarten Blüthenknospen ähnlicher dem einer *Deinbollia*, als einer *Cupania*.

Guioa ist von den übrigen in Betrachtung stehenden Gattungen ebenso durch Eigenthümlichkeiten der Blüthentheile, besonders der Blumenblätter, als der Frucht und des Samens (in morphologischer und anatomischer Hinsicht), gleichwie auch durch das habituelle Gepräge, welches auch sterile Materialien meist ohne Schwierigkeit und mit grosser Sicherheit als zu dieser Gattung gehörig erkennen lässt, ausgezeichnet.

Manche dieser Eigenthümlichkeiten wurden mit Recht schon von denjenigen hervorgehoben, welche der Gattung bald unter diesem, bald unter jenem Namen eine besondere Stellung zuerkannten.

Für Cavanilles (1797) und Blume (1847), welcher ohne Bezugnahme auf ersteren einen Theil der betreffenden Pflanzen als *Sectio Pleuropteris* in der Gattung *Cupania* aufführt, war es die Frucht; für Labillardière (*Dimereza*, 1825) und Sprengel (*Diplopetalon*, 1827) waren es die Blumenblätter; für Blume weiter noch, was eine andere hieher gehörige Pflanze betrifft, der Discus (*Hemigyrosa Perrottetii* Bl. 1847).

Die Blumenblätter besitzen je eine tief zweitheilige („*Dimereza*") oder wenn man lieber will, je zwei neben einander stehende Schuppen, welche zusammen ungefähr gleiche Grösse wie das Blumenblatt selbst besitzen und dasselbe gleichsam verdoppelt erscheinen lassen („*Diplopetalon*"). Jede dieser Schuppen, oder, wie ich der Deutlichkeit halber und indem ich von den Fällen ausgehe, in welchen sich dieselben augenscheinlich als Theile einer Schuppe zu erkennen geben, sagen will, jede dieser Schuppenhälften ist an ihrer Spitze nach dem Centrum der Blüthe zu übergebogen und trägt aussen auf dem Rücken der dadurch entstehenden Wölbung einen von dem verdickten inneren (der anderen Schuppenhälfte zugekehrten) Rande aus sich erhebenden, keulenförmigen oder ein gestieltes

Knöpfchen darstellenden kammartigen Fortsatz (crista) — dadurch stark an die Schuppen der oberen Blumenblätter von *Paullinia* und deren nächsten Verwandten erinnernd, welche Schuppen man sich sammt ihrer Crista nur der Länge nach halbirt denken darf, um die Aehnlichkeit recht in die Augen springend zu machen. Bei keiner americanischen, bei keiner africanischen Cupaniee findet sich von einer solchen Crista auch nur die leiseste Spur, wohl aber ausser bei *Guioa* noch bei anderen Cupanieengattungen aus dem Verbreitungsbezirke von *Guioa*, welche aber zu den mit Matayba-Kelch versehenen gehören, von denen später die Rede sein soll (*Euphoriopsis, Sarcopteryx, Jagera, Trigonachras, Toechima, Synima*).

Auch noch ein anderes Verhältniss der Blüthe erinnert an die Paullinieen, nämlich die schon von Blume für seine *Hemigyrosa Perrottetii* hervorgehobene gelegentliche Verkümmerung oder völlige Unterdrückung eines Blumenblattes unter gleichzeitiger einseitiger Ausbildung des auf diese Weise mehr oder minder halbringförmig werdenden Discus, wornach Blume den Gattungsnamen „*Hemigyrosa*" für die eben erwähnte Pflanze wählte. Doch kommt dieses Verhältniss nicht allen Arten zu, charakterisirt also nicht die Gattung, sondern lässt sich höchstens zur Bildung von Sectionen verwenden, wie ich schon an anderer Stelle dargelegt habe (s. diese Sitzungsberichte, 1878, p. 275 und holländisch-indische Sapindaceen, Nachträge, p. 90).

Die Frucht erscheint in Folge geringer Entwickelung der Fruchtscheidewände bei beträchtlicher Ausdehnung der Fächer in radiärer Richtung tief dreilappig (gleichsam dreiflügelig) und ist ausgezeichnet durch den anatomischen Bau ihres Endocarpes, welches aus ähnlichen Zellen, wie das Endocarp von *Aphania* gebildet ist (s. diese Sitzungsberichte, 1878, p. 239 f.). Es verräth sich dieser Bau

schon dem unbewaffneten Auge und dem Gefühle durch eine grosse Glätte und Compactheit auch des befeuchteten Endocarpes, so dass dessen Eigenthümlichkeit am kürzesten durch die Bezeichnung desselben als „knorpelartig" hervorgehoben werden kann. Bei keiner anderen Cupaniee, mit alleiniger Ausnahme von *Aporrhiza*, habe ich diese Beschaffenheit des Endocarpes wieder beobachtet, während sie für *Guioa* bei allen Arten, von denen überhaupt Früchte vorliegen, sich ausnahmslos fand, den übrigen Charakteren der Gattung stets zugesellt erscheinend.

Der Same ist von einem dünn hautartigen Arillus fast ganz überdeckt. Das Gewebe um Nabel und Micropyle, aus welchem der Arillus sich erhebt, bildet zugleich auf Seite der Micropyle (an der Basis des Samenrückens) einen nach unten gerichteten eigenthümlichen, lang gestreckten Fortsatz, welcher, durch wiederholte schlangenartige Biegung auf einen kleinen Raum zusammengedrängt, den Winkel des Fruchtfaches unter der Anhaftungsstelle des Samens ausfüllt.

Der Embryo (mitunter etwas schief notorrhiz) besitzt ziemlich platte, gekrümmte, resp. S-förmig hin- und hergebogene Cotyledonen und ein nahezu der ganzen Länge des Samens nach herabsteigendes Würzelchen. Er zeichnet sich durch das fast gänzliche Fehlen von Amylum aus, welches durch Oel ersetzt ist.

Was den Habitus betrifft, so ist hervorzuheben, dass Rinde und Laub bei allen Arten durch eine eigenthümlich dunkle, fast chocoladebraune, von Gerbstoffgehalt herrührende Färbung sich auszeichnen. Die Blättchen sind in der Regel ganzrandig und bald mehr bald minder ungleichseitig. Ferner bemerke ich, dass die Arten von *Guioa*, ähnlich wie unter den Cupanieen noch die von *Storthocalyx, Gongrodiscus* und ein paar von *Cupania*, fast zur Hälfte jene eigenthümliche papillöse Erhebung der Epidermiszellen der Blattunterseite zeigen, welche diese Seite

glanzlos, matt und glaucescent erscheinen lässt, wie das besonders in der Gruppe der Nephelieen, bald bei allen Arten einer Gattung, bald auch nur bei einem Theile derselben der Fall ist (s. holländ.-indische Sapindaceen, p. 70 rücksichtlich *Nephelium*, p. 93 rücksichtlich *Alectryon*, p. 90 rücksichtlich *Guioa* selbst). Auch die innere Beschaffenheit des Blattes nach Anordnung und Inhalt der Zellen des schwammförmigen und des Pallisaden-Gewebes zeigt einen gemeinschaftlichen Typus. Noch andere Verhältnisse, wie Gestalt und Stellung der Inflorescenzen, können hier übergangen werden; sie sind dem Angeführten gegenüber für die Charakterisirung der Gattung und die Darlegung ihrer Selbständigkeit nicht mehr von Belang.

Cupaniopsis wiederholt am reinsten unter den notorrhizen Cupanieen den Typus der echten Cupanien, sowohl was die Gestaltung des Kelches und damit der Blüthenknospen, als was die Beschaffenheit der Frucht und des meist ganz vom Arillus bedeckten Samens betrifft. Auch die Blumenblätter sind wenigstens bei der einen Gruppe der hieher zu rechnenden Gewächse, welche darnach und mit Rücksicht auf das Vorkommen von drüsenartigen sogenannten Schildhaaren oder Schülferchen (lepides) an den Blüthen und den jungen vegetativen Theilen in eine besondere Section „*Misopetalum*" sich zusammenfassen lassen, denen von *Cupania* selbst ziemlich ähnlich, die Kelchblätter an Länge wenigstens erreichend und mit entsprechend ausgebildeten, aber kammlosen Schuppen versehen. Bei einer anderen Gruppe, die Section „*Elattopetalum*" bildend, sind sie im Verhältniss zu den Kelchblättern klein (s. z. B. die Abbildung von *Cupaniopsis Wadsworthii* in Ferd. v. Müller's Fragm. IV, tab. 26, f. 1, woselbst der Pflanze übrigens aus Irrthum mit zwei Samenknospen versehene Fruchtknotenfächer zugeschrieben und eine Stelle bei *Harpullia* angewiesen wird), ganz unter den Kelchblättern ver-

borgen, selbst eigentlich nur schuppenförmig und an ihrer Basis mit kürzeren oder längeren, über den Discus der Blüthe hereingebogenen und diesem aufliegenden, kammlosen Schuppen versehen. Der stärkereiche, bei den neucaledonischen Arten der Section *Elattopetalum* auch Harz führende Embryo besitzt mit nur wenigen Ausnahmen (*C. foveolata*, *subcuneata*) über einander liegende, halbellipsoidische Cotyledonen und ein über den Rücken des unteren Cotyledons herabsteigendes, selten nur ein verkürztes, fast punktförmiges, in einer äusserst schwachen Vertiefung der Samenschale am Rücken des Samens gelegenes Würzelchen (*C. oedipoda*, *ganophloea*). Von weiteren Eigenthümlichkeiten mögen nur noch die langen und dicken Antheren erwähnt sein. Im Habitus zeigen die zu dieser Gattnng zu rechnenden Gewächse nicht allgemein, wohl aber gruppenweise, ähnlich wie bei *Cupania* selbst, eine nahe Uebereinstimmung.

Eine solche allgemeinere Uebereinstimmnng zeichnet dagegen die Arten aus, welche ich wegen gänzlichen Mangels der Blumenblattschuppen oder nur kümmerlicher Ersetzung derselben durch drüsige Anhängsel oder starke Behaarung von *Cupaniopsis* zu unterscheiden und unter dem Namen ***Rhysotoechia*** in eine besondere Gattung zu vereinigen mich veranlasst sehe. Dieselben sind zugleich durch dünnere und stellenweise durch und durch fleischige Fruchtwandungen, welche demgemäss nach dem Aufspringen (wie ich in dem Namen angedeutet) eine stärkere Schrumpfung und Runzelung erfahren, gegenüber den meisten Arten von *Cupaniopsis* ausgezeichnet; ferner, bis auf eine Art, durch die Besetzung des Endocarpes mit gestielten, dem unbewaffneten Auge schon erkennbaren Drüsen; alle weiter durch eine mangelhafte, auf Umbildung eines knotenförmigen Vorsprunges des Samenpolsters in eine fleischige, kaum die Basis des Samens überdeckende, gelbe Masse beschränkte Arillusbildung.

Was den Habitus betrifft, so ist die markige Beschaffenheit der Zweige und damit zusammenhängend ihr verhältnissmässig geringes Gewicht, die gelbgrüne Farbe der Blättchen und Rinde und das (nur bei einer Art mangelnde) Auftreten von mehr oder minder eingesenkten, länger oder kürzer gestielten Drüsen auf beiden Blattflächen (an die bei *Lepisanthes* und verwandten Gattungen erinnernd) hervorzuheben.

Obwohl nur durch mangelhaftes Material vertreten, schien mir von *Rhysotoechia* eine Pflanze mit schuppenlosen Blumenblättern unterschieden werden zu müssen, welche sich, abgesehen von eben diesen, durch die blumenblattartige Beschaffenheit der Kelchblätter, die nach der Gestaltung des Fruchtknotens zu erwartende Form der Frucht und durch das Vorkommen von Lepides an der Inflorescenz und den Blattstielen manchen Arten von *Cupaniopsis* aus der Section *Mizopetalum* mehr als den Arten von *Rhysotoechia* zu nähern scheint, durch das Vorkommen von Spaltöffnungen auch auf der Oberseite der Blättchen aber ganz eigenartig unter allen Cupanieen dasteht. Es wird erst nach dem Bekanntwerden weiteren und zumal fructificirten Materiales die generische Selbständigkeit dieser Pflanze — *Lepiderema m.* — näherer Prüfung unterstellt werden können.

Was endlich *Dictyoneura* Bl. betrifft, so sind gegenwärtig noch nicht mehr als die schon Blume bekannt gewesenen 2 Arten vorhanden. Dieselben geben sich auf den ersten Blick durch die ausserordentlich zart netzaderigen, dünnen Blättchen als etwas Eigenartiges zu erkennen. Der Mangel der Blumenblätter, die Entwickelung nur der episepalen Staubgefässe, die kleine, spät aufspringende Frucht mit innerer beinharter Schale, der kurze Arillus — all das bestätigt diese Eigenartigkeit, welcher Blume meiner Meinung nach mit Recht durch die Zusammenfassung dieser beiden Pflanzen in eine besondere Gattung Ausdruck gegeben hat.

Was die asiatisch-oceanischen Gattungen mit Blighia-Kelch betrifft, so sind nur 3 solche anzuführen, von denen zugleich die dritte *(Euphoriopsis)* bereits ein Uebergangsverhältniss zu den Gattungen mit Matayba-Kelch (zunächst zu *Sarcopteryx)* darbietet und durch das Bekanntwerden der Frucht nicht unwahrscheinlich zu einem Ausweichen nach dieser Seite hin (vielleicht sogar zum Eintritt in die Gattung *Sarcopteryx* selbst) genöthigt werden mag.

Am deutlichsten ist die in Rede stehende Beschaffenheit des Kelches ausgebildet bei einer Gruppe neucaledonischer Arten, für welche der Gattungsname „Zackenkelch — *Storthocalyx*" passend erscheinen mag. Die Kelchblätter stellen hier gleichschenkelige Dreiecke dar, deren Höhe die Basis etwa um das Doppelte übertrifft, und sind in der Knospe mit etwas eingebogenen Rändern einander klappig anliegend. Die Blumenblätter sind mit langem Nagel und fast nierenförmiger Spreite versehen, welch letztere an ihrer Basis kaum merklich aufwärts gebogene Ränder (an Stelle eigentlicher Schuppen) besitzt. Die Frucht ist der mancher *Cupaniopsis*-Arten *(C. apiocarpa etc.)* an Grösse, Derbheit der Schale und Behaarung auf der äusseren und inneren Fläche ähnlich. Der Arillus ist gleichsam halbirt, nur die Bauchseite des Samens bis auf dessen halbe Höhe überdeckend, nach den Seitenflächen des Samens in fransige Ränder auslaufend. Der Embryo mit über einander liegenden Cotyledonen und am Rücken des Samens herabsteigendem Würzelchen ist durch grünliche Farbe ausgezeichnet. Von der papillösen Unterseite der dicklichen, auch durch übereinstimmende, eigenartige Beschaffenheit des Gewebes im Inneren ausgezeichneten Blättchen war schon oben bei *Guioa* die Rede.

Dem Verhalten des Kelches nach reiht sich hier die monotypische, australische Gattung *Diploglottis* Hook. f. an. Sie ist ausgezeichnet durch die kammführenden

Schuppen ihrer Blumenblätter und durch den einseitig entwickelten Discus. Der hiemit gegebene symmetrische Bau der Blüthe (mit einer durch das vierte Kelchblatt gehenden Symmetralen) erscheint in der Regel durch Unterdrückung des diametral dem vierten Kelchblatte gegenüber liegenden Blumenblattes (ähnlich wie mitunter bei den *Guioa*-Arten aus der Section *Hemigyrosa*, um von einer Vergleichung mit Gattungen anderer Tribus abzusehen) noch weiter ausgeprägt. Seltener sind (wie in den von F. v. Müller als *Cupania diphyllostegia* bezeichneten Exemplaren) alle 5 Blumenblätter (und dann gewöhnlich auch 10 Staubgefässe) ausgebildet. Die Fruchtschale ist dünn pergamentartig; der Same seitlich zusammengedrückt, ganz vom Arillus überdeckt bis auf die Rückenkante; die Samenschale ganz aus zusammengedrücktem, schwammförmigem Gewebe in vielen Schichten gebildet, während sonst bei den Cupanieen gewöhnlich die äusserste Schichte aus senkrecht zur Samenoberfläche stehenden, mehr minder gestreckten, prismatischen Zellen gebildet ist. Die Cotyledonen sind aufrecht stehend, der äussere kleiner; das Würzelchen unter ihnen nach innen gerichtet. Weiteres über die Eigenartigkeit dieser von allen Autoren anerkannten Gattung Hooker's beizufügen erscheint überflüssig.

In der Beschaffenheit der Blumenblätter, durch die mit einem Kamme versehenen Schuppen nämlich ihr ähnlich, aber durch einen regelmässigen Discus davon verschieden ist die lediglich nach Blüthenexemplaren schon früher von mir aufgestellte Gattung *Euphoriopsis* (s. holländisch.-ind. Sapindac., p. 19, 58, 88), welche zugleich nahe Verwandtschaft mit der Gattung *Sarcopteryx* aus der Gruppe der mit Matayba-Kelch versehenen asiatischen Gattungen zeigt, wie schon oben erwähnt. Das Bekanntwerden der Frucht wird über das Verhältniss zu dieser erst volle Klarheit gewinnen lassen. Sie schliesst nur eine, schon von Roxburgh als

Sapindus longifolius aufgeführte Art in sich. Durch ihren Namen wollte ich zunächst auf die Aehnlichkeit ihres Kelches mit dem der *Euphoria*-Arten (gegenüber dem Matayba-artigen Kelche von Nephelium) hinweisen. Das Vorkommen kleiner gestielter Drüsen auf den Blättern hat die Pflanze, wie mit vielen anderen Cupanieen, so unter den ihr zunächst stehenden gemein mit *Diploglottis* und mit *Jagera*, einer selbst wieder mit *Sarcopteryx* nahe verwandten Gattung; bei *Sarcopteryx* selbst fehlen sie.

Gehen wir nun schliesslich an die Classificirung der asiatisch-oceanischen Cupanieen mit Matayba-Kelch, so zeigt sich, dass dieselben nach ähnlichen Anhaltspunkten, wie sie auch im Vorausgehenden zur Bildung der Gattungen verwendet worden sind, in 10 Gattungen gruppirt werden können. Wie für die vorausgehend betrachteten Gattungen ist es neben der Beschaffenheit des Keimlings und des Kelches die Gestaltung der Blumenblätter und des Discus, die morphologische, anatomische und chemische Beschaffenheit des Fruchtgehäuses, die Gestaltung des Arillus und in Verbindung mit diesen wichtigeren Momenten das anatomische und mikrochemische Verhalten der Blätter, welches die Grundlage für die Umgrenzung der betreffenden Gattungen an die Hand gibt.

Als neu kommt nur ein Moment im Baue der Frucht hier hinzu, nämlich das Auftreten unvollständiger Scheidewände in der somit als einfächerig erscheinenden Frucht bei der zur Zeit aus zwei Arten bestehenden neucaledonischen Gattung *Gongrodiscus*, welche sich gleichzeitig durch die chemische Beschaffenheit des von einem gummiharzartigen, in Wasser unvollständig, in Alkohol leicht löslichen Körper erfüllten Sarcocarpes, die Gestaltung der Blumenblätter, des Discus und der Cotyledonen (s. im Conspectus generum), sowie durch die papillöse Epidermis der Blattunterseite auszeichnet.

Ein besonderes Verhalten zeigt weiter der schon von Cambessedes (Mem. Mus., XVIII, T. 3) abgebildete, in ähnlicher Weise wie bei *Guioa* auftretende, aber gerade Fortsatz des Arillus bei ***Mischocarpus***, der in den hier hohlen, von einer Fortsetzung der Fruchtfächer durchzogenen Fruchtstiel sich einsenkt.

Bemerkenswerth ist für *Arytera* das hier häufiger als anderwärts (z. B. bei *Matayba arborescens, Cupaniopsis azantha, crassivalvis* etc.) sich zeigende Vorkommen von besonderen mit Harz erfüllten Zellen im Embryo, und das (wie bei *Cupaniopsis*) eine besondere Artgruppe (die Section *Azarytera*) charakterisirende (und zugleich an *Lepiderema* erinnernde) Auftreten von drüsenartigen Schülferchen (lepides).

Eigenthümlich ist die Inflorescenz von *Elattostachys*, welche, wie das übrigens gelegentlich auch bei Arten anderer Gattungen (z. B. *Cupania heterophylla, Molinaea macrantha, Cupaniopsis oedipoda)* der Fall ist, dadurch, dass anstatt der knäuelförmigen Dichasien oder Wickeln lauter oder fast lauter Einzelblüthen von der gelegentlich selbst auch ganz unverzweigten Rhachis der Inflorescenz producirt werden, eine trauben- oder ährenförmige und bei den Arten mit dicht gedrängten Blüthen *(E. incisa, apetala* etc.) eine kätzchenförmige Gestalt annimmt.

Wohl zu beachten ist für die gleiche Gattung *Elattostachys*, gleichwie für *Sarcopteryx* und *Jagera*, die mit der oben für *Guioa* angegebenen nahe übereinstimmende Beschaffenheit des Embryo.

Eine durchaus oder doch überwiegend fleischige Ausbildung des Pericarpes zeichnet die Gattung *Sarcotoechia* aus.

Als besondere Eigenthümlichkeiten, welche die Charakterisirung der übrigen Gattungen dieser Gruppe unterstützen, mögen schliesslich noch und zwar zunächst in

Bezug auf die 5 mit kammtragenden Blumenblattschuppen versehenen Gattungen erwähnt sein: der Gehalt an saponinartiger Substanz in den Früchten von *Sarcopteryx*, *Jagera* und *Trigonachras*, weiter auch bei *Lepidopetalum*; die Verschleimung der Epidermiszellmembranen bei *Jagera* und *Trigonachras*, wie weiter auch bei *Lepidopetalum;* die an *Pseudima* erinnernde pericarpiale Arillusbildung bei *Toechima* und dem gegenüber die an *Aporrhiza* sich anlehnende theilweise Umbildung der Samenschale selbst (bis auf einen schmalen Rückenstreifen) zu einer Art mit dem Samen gleichsam verwachsenen Samenmantels bei *Synima* (σύν zusammen, εἷμα, ἷμα Mantel). Endlich die trichter- oder fast schildförmige Gestalt der Blumenblätter bei *Lepidopetalum* und *Paranephelium* und für letztere Gattung noch das einzig für die Cupanieen dastehende Vorkommen echter Endblättchen.

Ich glaube im Hinblicke auf die Beleuchtung, welche all die wesentlicheren der die Gattungen hier charakterisirenden Verhältnisse schon bei der Behandlung der vorausgehenden Gruppen oder in früheren Mittheilungen (über die holländisch-indischen Sapindaceen, über *Sapindus* etc.) erfahren haben, einer weiteren Betrachtung über ihr Zusammenwirken zur Besonderung jeder dieser Gattungen und damit einer Einzelbetrachtung dieser selbst mich entschlagen und an ihre Stelle lediglich die im folgenden Conspectus generum gegebene, das Wichtigste zusammenfassende Charakteristik treten lassen zu können, auf welche hiemit verwiesen sei.

Dem Conspectus generum lasse ich in einer nomenclatorischen Tabelle eine Aufzählung der bisher bekannt gewordenen Arten der verschiedenen Cupanieengattungen, sowie der mit Unrecht auf diese bezogenen und deshalb auszuschliessenden Arten folgen, in welcher zugleich

die Synonymie der einzelnen Arten und Gattungen ihre Darlegung findet.

Der nomenclatorischen Tabelle endlich füge ich entsprechende Zusätze bei, welche für die mehrgliedrigen Gattungen eine diagnostische Uebersicht ihrer Arten und in diesem engen Rahmen zugleich die kurze Charakteristik der neuen Arten enthalten, sowie erläuternde, historische und kritische Bemerkungen, wie sie zur Klärung einzelner Theile angemessen erscheinen.

Nur einen Punkt möchte ich, ehe ich zu diesen Abschnitten übergehe, noch berühren. Es ist das die Frage, ob es nicht zweckmässiger gewesen wäre, die nicht unbeträchtliche Zahl von Gattungen, welche hier zur Aufstellung oder zur Wiederaufnahme gelangen, wie das für die letzteren ja bereits beliebt worden war, nur als Theile der Gattung *Cupania* zu betrachten und, unbeschadet der in ihnen versuchten und wenigstens theilweise vielleicht auch erreichten natürlichen Gruppirung der hieher gehörigen Gewächse, durch die Auffassung dieser Gruppen als bloser Sectionen oder auch als sogenannter Untergattungen, statt als selbständiger Gattungen, möglichster Vereinfachung des Systemes Raum zu geben.

Ich will, indem ich diese Frage berühre, mehr darauf hindeuten, dass ich sie nicht ausser Erwägung gelassen habe, als etwa versuchen, sie endgiltig zu entscheiden. Eine solche Entscheidung kann ja nicht von Einzelnen getroffen werden, deren Urtheil stets, entsprechend dem Bedürfniss nach blos allgemeinerer oder speciellerer Orientirung, nach grösserer oder geringerer Bestimmtheit des mit einem Gattungsnamen zu verknüpfenden Begriffes, ein verschiedenes sein wird. Eine solche Entscheidung ergibt sich erst mit der Zeit nach mannigfachen Schwankungen hinüber und herüber unter dem Zusammenwirken des Urtheiles vieler bei der weiteren Ausgestaltung des Systemes,

und das lässt mich hoffen, dass wenigstens mit der Zeit meine Auffassung Geltung gewinnen werde, und dass die hier getroffenen Unterscheidungen als erwünschte Basis zu weiterem Vorschreiten seiner Zeit nicht minder willkommen sein werden, als mir selbst zum Beispiele die so lange bei Seite gelassenen Unterscheidungen Blume's es gewesen sind.

Mir erscheint zur Zeit, wie ich schon an anderer Stelle ausgesprochen habe, die Vereinigung des wirklich Verwandten zu einer Gruppe als weit wichtiger für die Förderung des Systemes, als die Werthbestimmung der einzelnen Gruppe. Nur um des Namens willen, den eine gewonnene Gruppe tragen soll, erscheint es unerlässlich, sich sofort auch für irgend eine solche Werthbestimmung zu entscheiden — vor allem natürlich unter Bedachtnahme darauf, dass nur möglichst gleichwerthige Gruppen nach demselben Modus bezeichnet werden.

Dieses Ziel im Auge gehalten erscheint mir, so wie die Dinge hier gelegen sind, nur zweierlei zulässig. Entweder man fasst die ganze Gruppe der Cupanieen, welche nach der der Paullinieen die artenreichste der Familie ist, den übrigen Tribus sicher gleichwerthig und in keine derselben einfügbar, als aus einer einzigen Gattung bestehend auf, innerhalb welcher dann die hier als Gattungen betrachteten engeren Gruppen als Sectionen oder Subgenera zu unterscheiden sind; oder es sind eben diese engeren Gruppen selbst als Gattungen anzusehen.

Ich habe geglaubt, mich für das Letztere entscheiden zu sollen, da, wie ich schon eingangs hervorgehoben und weiterhin dargelegt habe, die Gesammtgruppe entfernt nicht jene Einheit der Organisation zeigt, wie sie sonst bei den Gattungen der Sapindaceen, auch den artenreichsten, zu beobachten ist. Die Gesammtgruppe der Cupanieen scheint mir nicht als einer dieser Gattungen gleichwerthig angesehen werden zu können.

Für manche der hier unterschiedenen Gattungen sind freilich die Unterschiede, welche sich zur Zeit anführen lassen, etwas subtil und hinsichtlich ihres Gewichtes noch nicht befriedigend — für jene nämlich, welche nur auf unvollständiges Material basirt sind, das übrigens einer Einfügung in andere Gattungen widerstrebte, und das wohl der Florist und Compilator, nicht aber, wie ich meine, der Monograph einfach bei Seite liegen lassen darf. Solche Gattungen mögen immerhin wesentlichen Veränderungen, theilweise selbst, wie ich das gelegentlich schon angedeutet habe, einer schliesslich doch noch möglich werdenden Vereinigung mit anderen entgegengehen. Im allgemeinen aber wird aus dem folgenden Conspectus wie aus dem Vorausgehenden unschwer zu ersehen sein, dass es wichtige Momente und in den analogen Gruppen Momente von gleichem Gewichte sind, aus denen die reichere Gliederung der Gesammtgruppe sich ergeben hat. Schliesst diese eine Unbequemlichkeit in sich, insoferne sie eine Mehrung der Namen nach sich zieht, so führt sie auch zu einer grösseren und werthvollen Bestimmtheit der an die Namen sich knüpfenden Vorstellungsreihen. Es ist eine ganz andere Summe des Wissens, welche mit der blosen Bezeichnung einer Pflanze als einer *Elattostachys*, *Guioa*, *Matayba* u. s. w. gegeben ist, als mit dem hunderterlei Möglichkeiten offen lassenden Namen *Cupania* im bisherigen Sinne, und da wo diese Möglichkeiten offen gelassen werden sollen, wo Näheres über eine betreffende Pflanze nicht ausgesprochen werden soll, bietet sich als ebenso bequem wie bisher „*Cupania*“ die Bezeichnung „*Cupaniea*“ dar. Speciesbeinamen freilich lassen sich damit nicht wohl verknüpfen, es sei denn, dass man sich im Nothfalle etwa eine Schreibweise „*Cupaniea* [*brachyphylla*]“ anstatt *Arytera brachyphylla*, „*Cupaniea* [*pteropoda*]“ anstatt *Guioa pteropoda* u. s. w. schaffe, oder dass man den Namen *Cupania* weiteren Sinnes als Namen der Tribus,

resp. einer ihr gleichwerthigen sogenannten Collectivgattung zulasse, wobei die eigentlichen Gattungsnamen aber doch dann nicht zu umgehen wären, wenn es sich um Arten handelt, die in verschiedenen Gattungen der Tribus denselben Speciesbeinamen führen. Für die Wissenschaft dürfte sich übrigens aus der in Rede stehenden Schwierigkeit nur Vortheil ergeben, indem daraus beim Bekanntwerden neuer Arten die Nöthigung erwächst, die Stellung derselben zu den engeren Verwandtschaftskreisen aufzusuchen, um ihnen überhaupt einen giltigen Namen beilegen zu können, andernfalls aber mit ihrer Zuweisung zu der betreffenden Tribus sich zu begnügen.

Conspectus generum Cupaniearum.

Subtribus 1. Cupanieae lomatorrhizae (species americanae; cfr. *Pseudima* in Subtrib. 2).

A. Calyx polysepalus, sepalis oblongis vel suborbicularibus concavis 2-seriatim imbricatis, sero expansus; alabastra subglobosa

a. Petala 2-squamata, squamis margine exteriore cum petalis plus minus connatis

aa. Sepala subcoriacea; germen plerumque 3-loculare; semina arillata 1. Cupania Linn

bb. Sepala petaloidea; germen 2-loculare; semina exarillata (embryo ignotus)
2. Vouarana Aubl.

b. Petala squama bifida barbata margine utroque petali ungui adnata instructa, lanceolata, praesertim extus tomentosa; discus cupularis, 5-lobus, praeter loborum marginem superiorem tomentosus; stamina petala aequantia; rudimentum germinis 2-loculare,

dense pilosum; paniculae amplae, multiramosae; foliola 8—10, subcoriacea (fructus ignotus)
3. Scyphonychium Radlk.

c. Petala esquamata, praeter marginem glabra, partim rudimentaria; germen 3-loculare; folia bipinnata (semen ignotum) 4. Dilodendron Radlk.

B. Calyx profunde partitus, segmentis ovato-lanceolatis anguste imbricatis, mox expansus; alabastra subconica

Petala squama subemarginata margine utroque per totam longitudinem petalo ipsi adnata instructa, inde infundibuliformia; discus regularis, hirsutus; stamina breviora, vix exserta; rudimentum germinis 3-loculare, hirsuto-tomentosum; thyrsi axillares, e dichasiis compositi, elongati, cylindracei; foliola 6—8, submembranacea (fructus ignotus)
5. Pentascyphus Radlk.

C. Calyx parvus, subcupularis, dentato-lobatus, praecociter apertus

Petala supra unguem squamis 2 petalo ipso plerumque majoribus rotundatis aucta, rarissime rudimentaria; germen plerumque 3-loculare; semina arillata 6. Matayba Aubl. em.

Subtribus 2. Cupanieae notorrhizae (species praeter *Pseudima* omnes extraamericanae)

A. Americana

Calyx (ut in Cupania) polysepalus, sepalis oblongis concavis 2-seriatim imbricatis, sero expansus; petala esquamata, intus setoso-villosa; discus cupularis, pentagonus; antherae subextrorsae; germen plerumque 2-loculare; fructus deorsum 2(—3)-lobatus, lobis obovoideis; semina arillo spurio pericarpico instructa; foliola subtus glandulis immersis notata
7. Pseudima Radlk.

B. Africanae

a. Calyx (ut in Cupania) polysepalus, sepalis 2-seriatim imbricatis, sero expansus; alabastra subglobosa

aa. Petala 2-squamata; discus glaber; germen biloculare; stylus integer, in laminas stigmatosas duas suturales breves extrorsum declives sulcatas desinens; fructus compressus; semina arillata 8. Tina Röm. & Schult. em.

bb. Petala esquamata vel marginibus subinflexis obscure subsquamulata

α. Alabastra ecostata; discus tumide annularis, tomentosus; stamina 8; germen 3-loculare; stylus simplex, lineis stigmatosis 3 suturalibus notatus; fructus trialato-trilobus, endocarpio glabro; semina arillata

9. Molinaea Comm. ed. Juss.

β. Alabastra sepalis carinatis 5-costata; discus crassus, excavatus, glaber; stamina 10; antherae elongate oblongae; fructus obovoideus, trilobato-trigonus, retusus, endocarpio dense setoso, sarcocarpio radiatim sclerenchymatico; semina (juvenilia tantum visa) exarillata; panicula ampla

10. Laccodiscus Radlk.

b. Calyx profunde partitus, segmentis ovato-lanceolatis anguste imbricatis, mox expansus; alabastra subconica

aa. Petala margine inflexo bisquamulata; discus patellaris; fructus 2-locularis, compressus, biscutellaris, endocarpio (ut in Guioa) cartilagineo; seminis testa ultra medium arilloso-carnosa; radicula a hilo remota

11. Aporrhiza Radlk.

bb. Petala lineari-lanceolata, squama magna lateribus inferne adnata aucta, inde basi saccata; discus tumidus; fructus 3-locularis, magnus, trigono-pyriformis, pericarpio materia quadam Saponino affini foeto; semina (juniora tantum visa) spermophoro carnoso (spurie) arillata; foliorum epidermis mucigera

12. Blighia Koen.

c. Calyx (ut in Matayba) parvus, dentato-lobatus, praecociter apertus

aa. Petala lineari-lanceolata, basi squama lata subemarginata libera aucta; discus pateriformis, membranaceus, liber; 8—10-crenatus, intus 8—10-costatus; fructus subglobosus, 3-locularis, loculis lanuginosis; semina — (matura ignota); foliorum epidermis mucigera

13. Eriocoelum Hook. f.

bb. Petala infundibuliformia, sub margine disci tenuis calycis extus 10-costati fundum vestientis inserta; stamina 8, exserta; rudimentum germinis 3-loculare, trigono-globosum, pilosum (fructus ignotus); foliorum epidermis mucigera

14. Phialodiscus Radlk.

C. Asiatico-oceanicae

a. Calyx (ut in Cupania) polysepalus, sepalis 2-seriatim imbricatis, sero expansus; alabastra subglobosa

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa

Fructus trialato-trilobus, endocarpio cartilagineo; semina arillata; arillus processu flexuoso instructus; embryo oleosus; cotyledon interior sigmoideo-flexuosa; radicula longa (discus regularis vel semilunaris; foliola subtus papillosa vel utrinque laevia)

15. Guioa Cavan.

bb. Petala squamis 2 ecristatis instructa, saepius ipsa squamaeformia, sepalis multo minora (cfr. Sect. I); discus regularis; antherae saepius robustiores (Sect. I); fructus triquetri vel trigono-globosi vel ellipsoidei, sessiles vel breviter stipitati; semina arillata; embryo amyliger; cotyledones plerumque semiellipsoideae (superpositae), rarius planiusculae, interiore flexuosa *(C. subcuneata)*; radicula interdum brevissima *(C. oedipoda, ganophloea)*; plures lepidotae (cfr. Sect. II)
16. Cupaniopsis Radlk.

cc. Petala esquamata vel squamularum loco glandulis bifurcis appendiculata (cfr. *Rhysotoechiae* Sect. I);

α. Sepala margine petaloidea; discus regularis, glaber; antherae glabrae; germen 2—3-loculare, ex obovato attenuatus; stylus breviusculus, germen vix aequans; fructus brevius longiusve stipitatus; endocarpium interrupte sclerenchymaticum, fructus valvae inde siccitate valde corrugatae; spermophorum carnosum in arillum basin seminis cingens et cum eo secedens evolutum; rami medullosi; folia flavescenti-viridia, subtus tantum stomatophora 17. Rhysotoechia Radlk.

β. Sepala tenera, fere tota petaloidea; discus regularis glaber; antherae hirsutae; germen 3-loculare, ellipsoideum, sessile; stylus germen subduplo superans, spiraliter tortus; fructus —?; rami lignosi, sulcati; folia fuscescentia, supra quoque stomatophora; inflorescentiae et foliorum rhachis lepidotae
18. Lepiderema Radlk.

dd. Petala nulla

Discus regularis; stamina 5, episepalia; fructus subclavato-ellipsoideus, 2-locularis, endocarpio osseo tomentoso, denique dehiscens; arillus brevis; foliola subtiliter reticulato-venosa

19. Dictyoneura Bl.

b. Calyx (ut in Blighia) profunde partitus, segmentis ovato-lanceolatis, anguste imbricatis vel valvatis, mox expansus; alabastra subconica

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa

α. Discus unilateralis; fructus 3-locularis; pericarpium tenuius, coriaceum; arillus carnosus, dorso fissus, semen usque ad apicem obtegens; seminis testa e cellulis complanatis exstructa; embryo amyliger; cotyledones a lateribus compressae, suberectae, exteriore minore; radicula centripeta

20. Diploglottis Hook. f.

β. Discus regularis, tumidus; germen 3-loculare; fructus —? (affinis *Sarcopterygi*, sed differt inter alia foliolis glandulis minutis breviter stipitatis obsitis)

21. Euphoriopsis Radlk.

bb. Petala longe unguiculata, lamina parva suborbiculari marginibus basi paullulum inflexis vix subsquamulata; discus regularis; stamina 8; fructus trigono- vel triquetro-pyriformis, pericarpio crustaceo vel sublignoso; semina arillo dimidiato fimbriato instructa, dorso nuda; foliola rigide coriacea, subtus papillosa

22. Storthocalyx Radlk.

c. Calyx (ut in Matayba) parvus, dentato-lobatus, praecociter apertus

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa

α. Sarcocarpium crassum, materia quadam Saponino affini foetum, inde aqua agitatum spumam efficiens; fructus 3-locularis

αα. Fructus acutangulus, glabratus, angulis carnosis alatis vel subalatis; semina arillo tenui obtecta; embryo oleosus; cotyledon interior sigmoideo-flexuosa; discus tumide annularis; foliola integerrima, eglandulosa 23. Sarcopteryx Radlk.

ββ. Fructus obtusangulus, obovoideo-subglobosus, dense setosus; semina basi arillo brevi cupulari dorso emarginato-bilobo instructa; embryo oleosus; cotyledon interior vel exterior quoque sigmoideo-flexuosa; discus tumide annularis; foliola serrata, glandulis minutis breviter stipitatis obsita, epidermide mucigera 24. Jagera Bl. em.

γγ. Fructus obtusangulus, clavato-pyriformis, magnus, tomento brevi indutus; semina exarillata? (juniora tantum visa); discus e tumide annulari subcupularis; foliola integerrima, inaequilatera, falcata, eglandulosa, epidermide mucigera 25. Trigonachras Radlk.

β. Sarcocarpium materia spumificante destitutum

αα. Fructus 2—3 (—4)-locularis, extus glabratus, intus tomentosus, pericarpio sat crasso; semina supra hilum transverse dilatatum arillo brevi spurio pericarpico

instructa; embryo amyliger; cotyledones oblique superpositae, suberectae; radicula brevis; discus regularis, annularis, glaber; foliola integerrima

26. Toechima Radlk.

ββ. Fructus 3-locularis, triangulari-obovoideus, breviter stipitatus, angulis prominentibus in stipitem decurrentibus, extus glabratus, intus tomentosus, pericarpio minus crasso; seminis testa praeter aream dorsalem angustam lineari-oblongam strato arilloso-carnoso (arillo adnato epispermatico) instructa; embryo amyliger; cotyledones erectae; radicula perbrevis; discus regularis, annularis, glaber; foliola crenato-denticulata

27. Synima Radlk.

bb. Petala squamis 2 ecristatis instructa, rarius (in nonnullis *Mischocarpi* speciebus) esquamata vel omnino nulla

α. Fructus septis completis 2—3-locularis; discus subinteger annularis

αα. Arillus perbrevis, cupularis, dorso emarginatus

* Pericarpium totum carnosum (endocarpio sclerenchymatico nullo vel vix ullo); fructus 2—3-locularis, ex obovato attenuatus, substipitatus; embryo amyliger; cotyledones erectae; radicula brevissima

38. Sarcotoechia Radlk.

** Pericarpium totum lignosum (endocarpio lignoso-sclerenchmyatico crasso

nec non mesocarpio cellulis sclerenchymaticis coacervatis crebris instructo indeque corticoso-lignoso); fructus 3-locularis, trigono-globosus, estipitatus; embryo oleosus; cotyledon interior sigmoideo-flexuosa ab exteriore incurvata amplexa; radicula mediocris; flores brevius longiusve pedicellati in spicas racemosve amentiformes simplices vel pauciramosos congesti

29. Elattostachys Radlk.

ββ. Arillus semen totum vel fere totum obtegens (basi exappendiculatus); pericarpium extus carnosum, intus sclerenchymaticum; fructus 2 — 3-locularis, plerumque coccato-lobatus, lobis divaricatis, rarius obcordatus vel obovatus, breviter stipitatus, interdum (ut et reliquae partes, certe juniores) lepidotus (Sect. III); cotyledones superpositae, saepius resiniferae

30. Arytera Bl.

γγ. Arillus basi processu calcariformi appendiculatus; pericarpium extus carnosum, intus sclerenchymaticum (sclerenchymate juxta dissepimentorum insertionem saepius evanido); fructus 3-locularis, trigono-pyriformis, longius stipitatus; cotyledones superpositae, amyligerae

31. Mischocarpus Bl.

β. Fructus septis incompletis supra seminum insertionem axem non attingentibus 1-locularis, trigono-pyriformis, stipitatus, extus glabratus, intus densissime stupposo-lanosus,

3-valvis, valvis planis intus crista longitudinali (septo incompleto) instructis; sarcocarpii cellulae magnae materia gummoso-resinosa foetae; semina obovoidea, inferne a lateribus subcompressa, arillata, arillo tenui seminis apicem subattingente, dorso breviore; embryo amyliger; cotyledones complanatae, interior transversim bis refracta, ab exteriore incurvata amplexa; radicula longa, plica testae excepta; stamina 8 (rarius 7); discus in glandulas 5 episepaleas productus; petala longe unguiculata, lamina semiorbiculari marginibus basi paullulum inflexis subsquamulata; foliola subtus papillosa 32. Gongrodiscus Radlk.

cc. Petala cum squama magna connata, peltato-infundibuliformia

α. Fructus e germine biloculari enascens, compressus, obovatus, pericarpio laevi crustaceo materia Saponino affini foeto; arillus basilaris, carnosus; folia abrupte pinnata, epidermide mucigera

33. Lepidopetalum Bl.

β. Fructus e germine triloculari enascens, trigonoglobosus, pericarpio tuberculato-echinato lignoso; arillus tenuis; folia impari-pinnata

34. Paranephelium Miq.

Tabellarische Uebersicht

der zu den Cupanieen gehörigen Gattungen und Arten, sowie der irrthümlich dazu gerechneten Pflanzen.

Die folgende Tabelle ist nach Gattungen und innerhalb dieser nach Arten alphabetisch geordnet. Die Arten sind mit fortlaufenden Nummern versehen.

Die als giltig angesehenen Namen der zu den Cupanieen gehörigen Gattungen und Arten sind durchschossen gedruckt.

Den Namen der auszuschliessenden Pflanzen ist ein „δ" vorgedruckt, welches bei wiederholt dieselbe Pflanze betreffenden Bezeichnungen in Klammern gesetzt ist.

Ihnen, sowie den in die Reihe der Synonyme zu rechnenden übrigen Bezeichnungen ist hinter Aequalzeichen eine entsprechende Interpretation beigefügt, soweit eine solche überhaupt sich geben liess.

Diesen Interpretationen ist ein Rufzeichen beigefügt, wenn sie auf autoptischer Untersuchung der betreffenden Materialien beruhen; ein Rufzeichen in Klammern, wenn die Authenticität dieser Materialien nur als wahrscheinlich, nicht als unbedingt sicher zu betrachten ist; ein Rufzeichen in Klammern mit dem Beisatze „Ic." oder „Descr.", wenn die Interpretation nur auf betreffenden Abbildungen oder Beschreibungen fusst; ein Autorname in eckigen Klammern, wenn einem anderen Autor die Verantwortung für die betreffende Interpretation überlassen bleiben musste; endlich ein Fragezeichen, wo sie nur auf Vermuthungen beruht. So zu sagen von selbst, d. h. aus der Synonymie der betreffenden Autoren, aus Stomdortsangaben oder ähnlichen Anhalts-

punkten sich ergebende, oder aus veränderter Auffassung früher von mir selbst schon behandelter Materialien hervorgegangene und demnach selbstverständlich auf Autopsie beruhende Interpretationen sind ohne alle derartige Bezeichnung gelassen. Im übrigen ist zur Hinweisung auf meine Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens ein „*“ und zur Hinweisung auf meine Abhandlung über *Sapindus* etc., wo eine solche angemessen erschien, ein „†“ beigesetzt, mitunter unter Beifügung der betreffenden Seitenzahl in Klammern.

Für die aus der bisherigen Literatur erflossenen sogenannten engeren Synonyme, welche nicht blos auf die gleiche Art, sondern ausdrücklich auf dasselbe Material einer Art sich beziehen (s. üb. *Sapindus* etc. p. 295 n. 2), sind diese verschiedenen Zeichen in der Regel nur einmal der betreffenden Interpretation beigesetzt. Zugleich aber sind diese Synonyme (und zwar auch die mit selbstverständlicher Interpretation) durch Anführung der betreffenden laufenden Nummern untereinander in Beziehung gesetzt. Da, wo mehrere solche Beziehungen vorhanden sind, wurden auch diese nur an einer Stelle — welche als die Hauptstelle gelten kann — alle angeführt, an den übrigen Stellen aber durch Beifügen von „etc.“ nur auf das Vorhandensein solcher mehrfachen Beziehungen hingewiesen.

Bei den als giltig angesehenen Namen ist durch die entsprechenden Nummern sowohl auf die engeren (einschliesslich der durch die gegenwärtige Neuordnung erst entstandenen) als auf die übrigen Synonyme — und zwar auf diese in liegenden Ziffern — verwiesen. Dabei sind den Nummern der Hauptstellen (s. ob.) die der übrigen in Klammern beigesetzt. Die Verweisungen durch „*“ oder „†“ sind hier in demselben Sinne wie bei den entsprechenden Synonymen

(geeigneten Falles übrigens auch bei synonymlosen Arten) ausgeführt. Eine Wiederholung der übrigen, namentlich der auf die Autopsie betreffender Materialien oder Abbildungen u. s. w. bezüglichen Zeichen erschien dagegen wenigstens für die neubenannten Arten überflüssig, da Autopsie für diese in ähnlicher Weise, wie für die vollständig neuen Arten im allgemeinen als selbstverständlich anzusehen ist, in fraglichen Fällen aber leicht bei den betreffenden Synonymen darüber nachgesehen werden kann. Wohl aber sind die Zeichen der Autopsie in den oben aufgeführten Modificationen den von anderen Autoren aufgestellten und hier angenommenen Artnamen beigefügt, um den Leser, da Autopsie hier nicht als selbstverständlich erscheint, über ihr Vorhandensein unmittelbar zu vergewissern.

Damit jeder der in der Tabelle interpretirten oder neu aufgeführten Artnamen nicht blos von dem betreffenden Gattungsnamen aus, sondern auch nach dem Art-Beinamen leicht aufgefunden werden könne, lasse ich der Tabelle selbst im Folgenden ein alphabetisches Verzeichniss der Art-Beinamen, soweit dieselben nicht zu dem Gattungsnamen *Cupania* in Beziehung stehen und nicht unter diesem zu suchen sind, unter Hinweisung auf die betreffenden Gattungen vorausgehen. Die Namen neuer Arten kennzeichne ich durch eine beigedruckte stehende Linie.

acutifolia | — Guioa
africana — Akeesia
angustifolia | — Arytera
apetala — Ratonia
apiocarpa | — Cupaniopsis
arborea — {Koelreuteria / Molinaea}
arborescens — Sapindus
arcuata | — Arytera
australis — Stadmannia
azantha | — Cupaniopsis
Beckleri — Nephelium
bifoliolata | — Rhysotoechia
bijuga | — Guioa
bipinnatum | — Dilodendron
brachyphylla | — Arytera
brevipes | — Molinaea
camptoneura | — Matayba
chartacea | — Arytera
chryseus | — Storthocalyx
chytradenia | — Cupaniopsis
Cominia — Ornitrophe

coriacea | — Sarcopteryx
crassivalvis | — Cupaniopsis
crenata | — Guioa
cultratus — Sapindus
cuneata | — Sarcotoechia
cupanioides — {Dimereza / Moulinsia}
dasycarpa | — Tina
dictyophora | — Cupaniopsis
discolor — Terminalia
distyle — Nephelium
divaricata — Arytera
domingensis — Ratonia
dubium — Guaiacum
duplicato-serrata | — Elattostachys
elaeagnoides | — Matayba
elegans | — Matayba
flavescens | — Rhysotoechia
floribunda | — Matayba
foveolata — Arytera
fraxinea — Ephielis
Frazeri — Stadmannia
fruticosa | — Cupaniopsis
fulvinervis | — Tina
fusca | — Guioa
ganophloea | — Cupaniopsis
Ghisebreghti — Stadmannia
gibbosum — Paranephelium
glabra — Jagera
glabrescens — Sapindus
glabrum — Lachnopetalum
glomeriflora | — Cupaniopsis
gracilis | — Guioa
grandifolia | — Rhysotoechia
grandis | — Matayba
guianensis — {Mataya / Vouarana}
Homei — Ratonia
incisa | — Elattostachys
inflatus — Digonocarpus
inoplea | — Cupaniopsis
isoneura | — Tina
jatrophaefolia — Stadmannia
javanica — Garuga
juglandifolius — Sapindus
juglandinea — Ephielis
Karang — Arytera
Koelreuteria — Sapindus
lachnopetala — Ratonia
lasioneura | — Guioa
laxiflora — Ratonia
Leichhardtii — Euphoria
leioneurus | — Storthocalyx
lepidota | — Arytera
leptoneura | — Guioa
litoralis — Arytera
longifolius — Sapindus
longipes | — Matayba
macrantha | — Molinaea
macrocarpa — Arytera
macrocarpa | — Cupaniopsis
macrostylis | — Matayba
madagascariensis — Garuga
marginata | — Matayba
melanophloea | — Sarcopteryx
membranifolia | — Guioa
microcarpus — Sapindus
microphyllum — Nephelium
microsepala | — Guioa
mollis | — Matayba
mollissima — Robinia
montana — Arytera
mutabile — Nephelium
myrmoctona | — Cupaniopsis
nitida — Bonannia
obovatus — Sapindus
octandra — Terminalia
oedipoda | — Cupaniopsis
oligolepis | — Arytera
opaca | — Matayba
oppositifolia — Pedicellia

ovalis | — Guioa
pachyphylla | — Arytera
paniculata | — Aporrhiza
paniculatum — Eriocoelum
papuana | — Lepiderema
parvifolius | — Gongrodiscus
patentinervis | — Guioa
Patrisiana — Matayba
paucijuga | — Matayba
pectinata | — Guioa
Perrottetii — Hemigyrosa
peruviana | — Matayba
Pervillei — Hemigyrosa
petiolaris | — Molinaea
petiolulata | — Cupaniopsis
pinnata — { Aporetica / Garuga / Hypelate
polygama — Thouinia
protracta | — Sarcotoechia
psilocarpa | — Cupaniopsis
pteropoda | — Guioa
pubescens — Sapindus
racemosum — Eriocoelum
ramiflora | — Rhysotoechia
ramiflorum — Scyphopetalum
Rarak — { Dittelasma / Sapindus
retusa | — Molinaea
revoluta — Schleichera
rigidiuscula | — Guioa
robusta | — Matayba
Roxburghi — Jagera
rufescens — { Sapindus / Zygolepis
senegalensis — Sapindus
serratus — Sapindus
Silaka — Arytera
sorbifolia — Stadmannia
sordidus | — Storthocalyx
spathulata — Ratonia
speciosa — Jagera
squamosus — Sapindus
squamosa | — Guioa
Storckii — Ratonia
striata | — Tina
subcuneata | — Cupaniopsis
subfalcata | — Guioa
subteres | — Toechima
subundulata — Schleichera
subferugineus | — Gongrodiscus
thyrsiflorus | — Pentascyphus
tovarensis | — Matayba
trigonocarpa | — Cupaniopsis
trijuga — Schleichera
trijuga | — Tina
unijugata — Blighia
venusta | — Guioa
villosa | — Guioa
Wadsworthii — Harpullia
xerocarpa — Euphoria
xestophyllum — Paranephelium
zambesiaca — Blighia
Zygolepis — Ratonia

Als Hauptresultat der gegenwärtigen Bearbeitung der Cupanieen lässt sich aus dieser Tabelle entnehmen, dass es 211 Arten sind, welche, auf 34 Gattungen vertheilt, die Tribus bilden. Neue Arten, d. h. solche, welche früher noch nicht bekannt oder noch nicht als Arten, sei es der hieher gehörigen, sei es anderer Gattungen, unterschieden

waren, befinden sich darunter 94 (die im Vorausgehenden mit „ | “ bezeichneten 84 und 10 Arten von *Cupania*: n. 65, 104, 135, 136, 188, 193, 215, 243, 262), von denen 20 in der Literatur oder in edirten Sammlungen bereits berührt worden sind. Auf die nach Abzug der völlig neuen (74) Arten bleibenden 137 Arten treffen 409 synonymische Bezeichnungen, wenn man die nur die Gattung hervorhebenden mit einrechnet; im Durchschnitte also fast genau 3 auf jede Art. Der Rest der in der Tabelle aufgeführten Bezeichnungen — 73 —, darunter auch einige — 5 —, welche nicht als rite publicirt anzusehen sind, trifft auf 52 auszuschliessende und auf 2 (3?) zur Zeit überhaupt nicht bestimmbare (von Linden in seinen Catalogen aufgeführte) Pflanzen.

Nach noch anderen Seiten hin, welche diese Zusammenstellung darbietet, dieselbe näher ins Auge zu fassen mag dem Leser selbst überlassen bleiben.

Akeesia

1 africana Tussac, 1808
  = Blighia sapida Koen. (! Ic) Cf. 40.

Aporetica

2 pinnata (non „Forst., DC.“) W. Hook & Arn., 1841
  = Guioa lentiscifolia Cav. [Seem.]

Aporrhiza

3 paniculata Radlk.†

Arboris

4 elegantis fructus etc. P. Herm. ed. Gaertn., 1791
  = Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405.

Arytera

5 angustifolia Radlk.*
6 arcuata Radlk. Cf. 259.
7 brachyphylla Radlk. Cf. 289.

Arytera (contin.)

8 Brackenridgei Radlk. Cf. 64 (555).
9 chartacea Radlk.*
10 distylis Radlk.* Cf. 559 (528).
11 divaricata F. Müll., 1859!* Cf. *527*, 529.
12 foveolata F. Müll., 1859!* Cf. 530.
13 Karang Miq., 1860
= Guioa diplopetala Radlk.!*
14 Leichhardtii Radlk.* Cf. 398 (531).
15 lepidota Radlk.
16 litoralis Bl.!*† Cf. *39* (548, 606), *300*, *302*, 399 (535), *526*, *533*, 571.
17 δ ? macrocarpa Miq., 1860
= Triomma malaccensis Hook. f. (Burserac.)!* Cf. 21.
18 microphylla Radlk.* Cf. 532.
19 montana Bl., 1847
= Lepidopetalum montanum Radlk.!*
20 montana (non „Bl.") Miq., 1860
= Guioa diplopetala Radlk.!*
21 (δ) morocarpa Walp. (sphalmate loco „macrocarpa") Ann. VII, 1869
= Triomma malaccensis Hook. f. Cf. 17.
22 ? oligolepis Radlk. Cf. 599 (307).
23 O'Shanesiana Radlk. Cf. 183 (574).
24 pachyphylla Radlk.*
25 rufescens Radlk.* Cf. 693 (583).
26 semiglauca F. Müll., 1859
= Guioa semiglauca Radlk. Cf. 238 etc.
27 Silaka Miq., 1860
= Guioa pubescens Radlk.!*

Atalaya

28 sp. ? Bl., 1847
= Cupaniopsis anacardioides Radlk. Cf. 53.

Blighia

29 sapida Koenig, 1806. (! Ic.)† Cf. *1* (40), *32*, *85*, 225, *617*.
30 unijugata Baker, 1868
= Phialodiscus unijugatus Radlk.!
31 zambesiaca Baker, 1868
= Phialodiscus zambesiacus Radlk.!

Bonannia

32 nitida Rafin., 1814
= Blighia sapida Koen. [DC.]

Callidrynos

33 sp. Neraud in Gaud. Bot. Voy. de Freycinet, 1826, p. 29
= Molinaea arborea Gmel. emend. (!)

Connaracea

34 ? Wallich Cat., 1847, n. 8550
= Guioa squamosa Radlk.!* Cf. 122.

Connarus

35 ? Jackianus Wallich Cat., 1847, n. 8552
= Lepidopetalum Jackianum Radlk. Cf. 138.

Crudya

36 ? Vouarana DC., Prodr. II, 1825
= Vouarana guianensis Aubl.

Cupania

37 acuminata Miq., 1859
= Dictyoneura acuminata Bl.

38 acuta Hiern, 1875
= Trigonachras acuta Radlk.!* Cf. 605.

39 adenophylla Planch. mss. ed. in Cat. Kew., 1865, n. 988
= Arytera litoralis Bl.!* Cf. 548, 606.

40 Akeesia („Camb.“) Spach, 1834
= Blighia sapida Koen. Cf. 1.

41 alba Griseb. in Bonpl., 1858
= Cupania cinerea Poepp.!

42 δ Alphandi F. Müll., 1863—64
= Castanospora Alphandi F. Müll.! Cf. 549.

43 alternifolia Pers., 1805
= Molinaea arborea Gmelin emend. Cf. 511 etc.

44 americana (non „L.“) Burman Ic. Plumier., 1757, quoad syn: Cup. arborea foliis etc. P. Browne
= Cupania glabra Sw. [Sw.] Cf. 59.

45 americana (non „L.“) Gärtn. de fruct. II, 1791, specimen jamaicense, Hb. Banks
= Cupania glabra Sw. (! Ic.).

46 (δ) americana (non L.) Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn. C. saponarioides Sw., partim
= Sapindus Saponaria L. Cf. 230 etc.

Cupania (contin.)

47 americana (non „L.") Griseb. Veget. Caraib., 1857, quoad specim. a Duchassaing in insula Guadalup. lecta et quoad syn.: C. tomentosa Wickström
= Cupania triquetra A. Rich! Cf. 271.

48 americana Linn., 1753 (!) Cf. 69 (117), *229* (226), *270, 688.*

49 americana (non „L.") Poiret in Lam. Enc. Suppl. II, 1811, quoad syn. (dubitanter huc relat.) C. glabra Sw.
= Cupania glabra Sw.

50 americana (non „L.") Triana & Pl., 1862, quoad stirp. ab Humboldt & Bonpland ad fl. Magdal. lectam (i. e. C. tomentosa Kunth), dubitanter huc relat.
= Cupania cinerea Poepp. Cf. 267.

51 anacardiaefolia Gardn., 1843
≐ Cupania oblongifolia Mart.!

52 ♂ anacardioides (non A. Rich.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 91, solummodo quoad specimina in Lord Howe's Island a Fullagan lecta
= Atalaya coriacea Radlk. !† (p. 326)

53 anacardioides A. Richard, 1834
= Cupaniopsis anacardioides Radlk.! Cf. 28.

54 anodonta F. Müll., 1860—61, 1875
= Mischocarpus anodontus Radlk. !* Cf. 550, 647.

55 apetala Labillard, 1825
= Elattostachys apetala Radlk. !* Cf. 510, 554.

56 apetala Macfad, 1837
= Matayba apetala Radlk.! Cf. 551.

57 apetala (non Labill.) Seem im Bonpl., 1861, p. 254, coll. n. 67
= Cupaniopsis Storckii Radlk. Cf. 579.

58 (♂?) arborea Bl., 1847
= Meliacea? Cf. 512.

59 arborea foliis oblongis etc. Browne, 1756, excl. syn. Plum.
= Cupania glabra Sw. [Sw.] Cf. 44.

60 Aubletii Miq., 1850 (incl. coll. Kappler n. 600, a)
= Matayba arborescens Radlk. !† Cf. 607, 630 etc.

Cupania (contin.)

61 Bahiensis Linden Cat. n°. 13, 1858, p. 8
= Quid? Cf. 310, *653*? (659).

62 Bidwilli Benth., 1863
= Elattostachys Bidwilli Radlk.!* Cf. 284.

63 (♂) Blumei Steud. in Nomencl. Ed. II, 1840
= Harpullia cupanioides Roxb. Cf. 678 etc.

64 Brackenridgei A. Gray, 1854
= Arytera Brackenridgei Radlk.! Cf. 555.

65 bracteosa Radlk.

66 ♂ ? canescens (non Pers.) Arnott in Ann. Sc. nat. II, II, 1834, p. 236
= Pancovia bijuga Willd. Cf. 288.

67 (♂) canescens Pers., 1805
= Lepisanthes tetraphylla Radlk. Cf. 516 etc.

68 castaneaefolia Mart. Hb. Fl. bras., 1838!

69 castaneae folio etc. Plum., 1703
= Cupania americana Linn. (! Ic. orig. Plum. et Hb. Surian.) Cf. 117.

70 Chapelieriana Camb., 1829
= Tina madagascariensis (non DC.) Radlk.!

71 cinerea Poepp. & Endl., 1844! Cf. *41*; *267* (50).

72 clethrodes Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Cupania vernalis Camb.!

73 Cordierii F. Müll., 1875
= Synima Cordierii Radlk.! Cf. 556.

74 Cunninghami W. Hook., 1849
= Diploglottis australis Radlk. Cf. 652 etc.

75 cupanioides Camb., 1829
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405 etc.

76 Daemeliana F. Müller, 1875
= Toechima Daemelianum Radlk.!* Cf. 557.

77 dentata Moc. & Sesse ed. DC., 1824. (! Ic.) Cf. *295*, *97* (655), *656*.

78 Dimereza Steud., 1840
= Guioa glauca Radlk. Cf. 370 etc.

Cupania (contin.)

79 diphylla Vahl, 1807! Cf. *109*.

80 diphyllostegia F. Müll., 1865 – 66
= Diploglottis australis Radlk.! Cf. 558.

81 diplopetala Hassk. in Flora XXV, 1842
= Guioa diplopetala Radlk.!* Cf. 369.

82 diplopetala (non Hassk. in Fl.) Hassk. in Pl. jav. rar., 1848, quoad syn.: C. Roxburghi s. pentaphylla Wight
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

83 discolor Vahl, 1807
= Matayba arborescens Radlk.!

84 distachya Bl., 1847
= Elattostachys verrucosa Radlk.!*

85 edulis Schum. & Thonn., 1828
= Blighia sapida Koenig!

86 emarginata Camb., 1825! Cf. *367*.

87 erythrocarpa F. Müll., 1865—66
= Toechima erythrocarpum Radlk.!*

88 erythrorhachis Miq., 1860
= Mischocarpus sundaicus Bl.!*

89 euphoriaefolia Camb., 1825
= Matayba guianensis Aubl. emend.!

90 exangulata F. Müll. Frgm. IX, 1875, p. 91
= Mischocarpus exangulatus Radlk.!* Cf. 562, 645.

91 excelsa Kunth., 1821
= Cupania glabra Sw.!

92 ? falcata A. Gray, 1854
= Elattostachys falcata Radlk.!* Cf. 509, 564.

93 falcata (non „Gray") Seem. (var.), 1862
= Elattostachys vitiensis Radlk. Cf. 280 etc.

94 ferruginea Baker, 1868
= Laccodiscus ferrugineus Radlk.!

95 δ? filicifolia Linden Cat. n° 12, 1857 etc.
= Quid? Vix Sapindacea!

96 foveolata F. Müll., 1875
= Cupaniopsis foveolata Radlk.!

Cupania (contin.)

97 frigida Linden Cat. n° 12, 1857, p. 13 etc.
= Cupania dentata Moc. & Sesse. Cf. 655 etc.

98 frondosa Benth., 1851
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.!

99 frutescens Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Pseudima frutescens Radlk. Cf. 611 etc.

100 fulva (non „Mart.") Griseb. in Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad specimina in Guiana et ad Pernambuco lecta
= Cupania rubiginosa Radlk.?

101 fulva (non „Mart.") Griseb. in Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn.: C. triquetra A. Rich. et specim. antillana
= Cupania triquetra A. Richard.

102 fulva Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Cupania paniculata Camb.!

103 fulvida Trian. & Planch., 1862!

104 furfuracea Radlk.

105 fuscescens Miq., 1859
= Mischocarpus fuscescens Bl.

106 fuscidula Kurz, 1872
= Guioa fuscidula Radlk.!* Cf. 304.

107 Gelonium Steud., 1840 (emend.)
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405 etc.

108 Gelonium Steud., 1840, quoad syn.: Tina Gelonium R. & Sch. (emend.)
= Tina Gelonium Roem. & Sch. emend. Cf. 406 etc.

109 geminata Poir., 1811
= Cupania diphylla Vahl!

110 glaberrima Duchassaing mss. ed. Tr. & Planch., 1862
= Matayba glaberrima Radlk.! Cf. 142.

111 δ glabra (non „Sw.") Duchesne, 1846, quoad syn.: Paullinia Cupana Kunth
= Paullinia Cupana Kunth.

112 δ glabra (non „Sw.") Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad coll. March., part. (n°. 251)
= Guarea sp.!

Cupania (contin.)

113 glabra (non „Sw.") Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn.: C. laevigata Miq.
= {Matayba laevigata Radlk. Cf. 144 etc.
{Matayba opaca Radlk. Cf. 145 etc.

114 glabra (non Sw.) Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn.: „C. laevigata Seem.!"
= Matayba glaberrima Radlk. Cf. 149 etc.

115 (♂) glabra (non Sw.) Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn. „Sapindus glabrescens Hook. & Arn." (quae interpretatio ex errore reproducta fuit in Radlk. de Sapindo etc. p. 300, 358)
= Guarea fulva Tr. & Pl. β mexicana C. DC. [C. DC.] Cf. 612.

116 glabra Sw., 1788 (!)† Cf. *45*, 49, *59* (44), *91*, *175*, *654*.

117 glabra (non Sw. in Prodr.) Sw. in Fl. Ind. occ., 1800, quoad syn.: Cup. castaneae folio etc. Plumier et C. americ. L.
= Cupania americana L. Cf. 69.

118 glabra (non Sw.) Tr. & Planch., 1862
= Cupania papillosa Radlk.!

119 glabra (non Sw.) Willd. Herb. (n. 7255, specim. Humb.) ed. Schlecht. & Cham., 1831
= Matayba scrobiculata Radlk.! Cf. 236.

120 (♂) glabrata („Kurz") Hiern, 1875, quoad locos: Pegu et Martaban sec. Kurz relatos
= Xerospermum glabratum Radlk. Cf. 123.

121 glabrata (non Kurz) Hiern, 1875, quoad syn.: Sapindus squamosus Roxb.
= Sacopteryx squamosa Radlk. Cf. 625.

122 glabrata (non Kurz) Hiern, 1875, quoad Sap. squam. (non Roxb.) Wall. Cat. 8097 et Connarac. ibid. 8550
= Guioa squamosa Radlk. Cf. 34, 626 etc.

123 ♂ glabrata Kurz, 1872
= Xerospermum glabratum Radlk.!* Cf. 120.

124 glauca Camb., 1829
= Guioa glauca Radlk. Cf. 370 etc.

125 glauca (non Camb.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 95, quoad coll. Pancher n. 162
= Cupaniopsis fruticosa Radlk.!

Cupania (contin.)

126 glauca (non Camb.) Seem., 1865, quoad syn.: C. (Arytera, Nephelium) semiglauc. F. Müll.
= Guioa semiglauca Radlk. Cf. 238 etc.

127 grandissima F. Müll., Fragm. IX, 1875, p. 91
= Mischocarpus grandissimus Radlk.!* Cf. 565.

128 Griffithiana Kurz, 1875, partim, quoad Helfer 983, excl. syn.
= Guioa squamosa Radlk.!* Cf. 294.

129 Griffithiana Kurz, 1875, partim, quoad syn.: Cup. pleuropteris (non Bl.) Hiern. [var.* α, bijuga]
= Guioa bijuga Radlk. Cf. 195 etc.

130 Griffithiana Kurz, 1875, partim, quoad syn.: Cup. pleuropteris [var. β apiculata Hiern]
= Guioa pleuropteris Bl. Cf. 196 etc.

131 guatemalensis Radlk. Cf. 540.

132 guianensis Miq., 1850 (coll. Hostm. 295)
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.! Cf. 231.

133 Helferi Hiern, 1875 (coll. Helf. 982/1 ex Hiern in lit.)
= Mischocarpus fuscescens Bl.!* Cf. 293.

134 ·heterophylla Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Matayba heterophylla Radlk.!

135 hirsuta Radlk.

136 hispida Radlk. Cf. 315.

137 inelegans Spruce Pl.bras., 1853, n. 2956
= Matayba inelegans Radlk.!

138 Jackiana Hiern, 1875
= Lepidopetalum Jackianum Radlk. (!) Cf. 35.

139 juglandifolia A. Rich., 1845
= Cupania macrophylla A. Rich.! Cf. 552.

140 δ juglandifolia Seem., Fl. Vit., 1865
= Quid? Non Sapindacea.!†

141 lachnocarpa F. Müll. IX, 1875, p. 91
= Mischocarpus lachnocarpus Radlk.!* Cf. 567.

142 laevigata (non „Miq.“, certe vero „Seem.“) Griseb. in Bonpl. 1858, coll. Duchassaing
= Matayba glaberrima Radlk. (!) Cf. 110, 149 etc.

Cupania (contin.)

143 δ laevigata (non Miq.) Hohenack. in sched. coll. Hostmann n. 744 (confus. C. Kappler 744)
= Terminalia dichotoma G. Meyer (teste Miq. in Stirp. surinam., 1850, p. 61). !†

144 laevigata Miq., 1850, partim, quoad coll. Hostm. n. 1037 et Kegel n. 268
= Matayba laevigata Radlk. !† Cf. 113, 629.

145 laevigata Miq., 1850, partim, quoad coll. Kappl. n. 744
= Matayba opaca Radlk. !† Cf. 113, 609.

146 laevigata L. Cl. Richard, 1792, quoad characteres plurimos descript. et partim quoad coll. Leblond (in Hb. Deless.)
= Matayba arborescens Radlk. !

147 laevigata L. Cl. Richard, 1792, praesertim quoad coll. Leblond (in Hb. Deless.) ex parte
= Matayba guianensis Aubl. em. !

148 laevigata „Rich. ined." Camb. in synonymia Cupaniae Vouaranae, 1829, (fide Hb. Juss. 11395)
= Matayba arborescens Radlk. ! Cf. 282.

149 laevigata (non Miq.) Seem. in Bot. Herald, 1852—57
= Matayba glaberrima Radlk. ! Cf. 110, 114.

150 laevis (non „Pers.") DC. Prodr., 1824, praesertim quoad obs. „vidi siccam", fide specim. in Hb. Prodr. servat., excl. syn.
= Molinaea arborea Gmel. em. !

151 laevis Pers., 1805
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 518 etc.

152 laevis (non Pers.) Spreng., 1825, quoad syn.: Molinaea alternifolia
= Molinaea arborea Gmel. emend. Cf. 511 etc.

153 lanuginosa Sagot (in sched.), 1858!

154 latifolia Kunth., 1821! Cf. 268.

155 laxiflora Benth. in Hook. Journ., 1851, coll. Spruce 398, 894
= Matayba guianensis Aubl. emend. ! Cf. 665.

156 lentiscifolia (non Pers.), A. Gray, 1854
= Guioa subfalcata Radlk. !*

Cupania (contin.)

157 lentiscifolia Pers., 1805
= Guioa lentiscifolia Cav. Cf. 578.

158 leptobotrys Gray, 1854
= Cupaniopsis leptobotrys Radlk.!

159 Lessertiana Camb., 1829
= Mischocarpus sundaicus Bl. Cf. 570.

160 Lessertiana (non Camb.) Korth. Hb. ed. Bl., 1847
= Guioa diplopetala Radlk. Cf. 208 etc.

161 δ longifolia Benth. (in Hook. Journ. Bot.), 1850, p. 212
= Talisia longifolia Radlk.!†

162 δ lucens F. Müller, 1862—63
= Akania Hillii Hook. f.

163 δ Macgillivraei Seem., Fl. Vit., 1865
= Quid? Non Sapindacea!†

164 macrophylla Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Talisia macrophylla Radlk.!†

165 macrophylla A. Rich., 1845! Cf. *139* (552), *537*.

166 madagascariensis („Thouars") Don, 1831
= Tina Gelonium Roem. & Schult. em. Cf. 406 etc.

167 (δ) madagascariensis (non Don) Voigt (& Griff.) Hort. suburb. Calc., 1845
= Harpullia madagascariensis Radlk. Cf. 676.

168 Martyana F. Müll., 1865—66
= Sarcopteryx Martyana Radlk.!* Cf. 572.

169 mexicana Turcz., 1858
= Matayba mexicana Radlk.! Cf. 573.

170 micrantha Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Matayba guianensis Aubl. em.!

171 Minjalilen Bl., 1847
= Guioa Minjalilen Radlk.!*

172 Mischocarpus Steud., 1840
= Mischocarpus sundaicus Bl.

173 Mortoniana F. Müll., 1865—66
= Rhysotoechia Mortoniana Radlk.!*

174 multiflora Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Scyphonychia multiflora Radlk.!

Cupania (contin.)

175 multijuga A. Rich., 1845
= Cupania glabra Sw.!

176 mutabilis Miq., 1859
= Elattostachys verrucosa Radlk. Cf. 279.

177 nervosa F. Müll., 1859
= Elattostachys nervosa Radlk.!* Cf. 285.

178 δ ? nitida DC., 1824
= Paullinia tricornis Radlk.!

179 oblongifolia Mart. Hb. Fl. bras, 1838! Cf. *51.*

180 δ oblongifolia Turcz., 1863
= Sapindus Barak DC.!*†

181 obtusa Miq., 1859
= Dictyoneura obtusa Bl.

182 oppositifolia A. Rich., 1845
= Matayba apetala Radlk.!

183 O' Shanesiana F. Müll., 1875
= Arytera O' Shanesiana Radlk.! Cf. 574.

184 pallidula Hiern, 1875
= Guioa pubescens Radlk.!* Cf. 197 etc.

185 Pancheri Baill. in Adans XI, 1874, p. 246
= Storthocalyx Pancheri Radlk.!

186 δ panduraefolia Linden Cat. n. 12, 1857, p. 15
= Anacardiacea (?)! Cf. 657.

187 paniculata Camb.! Cf. *102, 622.*

188 papillosa Radlk. Cf. 118.

189 pentapetala Wight & Arn. apud Hiern, 1875
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

190 pentaphylla Wight Ic., 1843, tab. 402
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 639 etc.

191 Perrottetii Camb., 1829
= Lepidopetalum Perrottetii Bl.!

192 Pindaiba Linden Cat. n. 16, 1861, p. 3
= Quid?

193 platycarpa Radlk.

194 pleuropteris Bl., 1847
= Guioa pleuropteris Radlk.!*

Cupania (contin.)

195 pleuropteris (non Bl.) Hiern, 1875, var. α bijuga, Wallich Cat. 8094
= Guioa bijuga Radlk.!* Cf. 129, 602.

196 pleuropteris („Bl.") Hiern, 1875, var. β apiculata (Coll. Maingay 442 ex Hiern in lit.)
= Guioa pleuropteris Radlk.!* Cf. 130, 198.

197 pleuropteris (non Bl.) Kurz, 1875, quoad coll. Griff. n. 982 et syn. Cup. pallidula Hiern
= Guioa pubescens Radlk.!* Cf. 292, 184.

198 pleuropteris („Bl.") Kurz, 1875, quoad coll. Maingay 442, excl. vero syn. Cup. pallidula Hiern
= Guioa pleuropteris Radlk.! Cf. 196.

199 Poiretii Kunth in Ann. Sc. nat., 1824
= Cupania rubiginosa Radlk.! Cf. 597, 598.

200 porosa Miq., 1850
= Cupania scrobiculata L. Cl. Richard!

201 pseudorhus A. Rich., 1834
= Jagera pseudorhus Radlk.!*

202 punctata Camb., 1825
= Matayba punctata Radlk.!

203 punctulata F. Müll., 1862—63
= Cupaniopsis punctulata Radlk.!

204 purgans Poepp., 1844
= Matayba purgans Radlk.!

205 pyriformis F. Müll., 1867, 1875
= Mischocarpus pyriformis Radlk.!* Cf. 575, 649.

206 racemosa Radlk. Cf. 689.

207 Ratonia Camb., 1829
= Matayba domingensis DC. Cf. 560.

208 regularis Bl., 1847
= Guioa diplopetala Radlk.!*† Cf. 160, 400, 432, 621.

209 regularis (non Bl.) Kurz, 1875, quoad „Sap. squamosus Roxb." apud Wallich
= Guioa squamosa Radlk. Cf. 626 etc.

210 reticulata Camb., 1829
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.!

Cupania (contin.)

211 reticulata Splitgerb., 1842
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.!

212 reticulata (non Camb.) Wawra, 1866
= Matayba guianensis Aubl. em!

213 rhoifolia A. Gray, 1854
= Guioa rhoifolia Radlk.!* Cf. 371.

214 ? Richii A. Gray, 1854
= Lepidopetalum Perrottetii Bl.!*

215 rigida Radlk.

216 Robertsoni F. Müll., 1865—66
= Rhysotoechia Robertsoni Radlk.!

217 Robertsoni F. Müll., quoad specim. foliis tantum 2-foliolatis ad Rockhampton ab O'Shanesy lectum, Fragm. IX, 1875, p. 94
= Rhysotoechia bifoliolata Radlk.!

218 Robertsoni F. Müll. quoad „specim. petalis secus totam faciem interiorem pubescentibus" 1875, l. c.
= Rhysotoechia flavescens Radlk.!

219 Roxburghii Wight Ic., 1843, tab. 402 explic.
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

220 rubiginosa Radlk. Cf. *100*?, 199 (597, 598), *251*, *319*, *320*.

221 rufescens Tr. & Planch., 1862!

222 rugosa Radlk.

223 (δ) rupetris Camb., 1829
= Harpullia cupanioides Roxb. Cf. 678 etc.

224 δ salicifolia Decaisne, 1834
= Atalaya salicifolia Bl.!†

225 sapida („Camb.") Voigt, 1845
= Blighia sapida Koenig.

226 Saponaria Pers., 1805, partim (quoad flores et fructus)
= Cupania americana Linn. Cf. 229.

227 (δ) Saponaria Pers., 1805, partim. (quoad) folia
= Sapindus Saponaria Linn. Cf. 230 etc.

228 δ Saponaria (non Pers.), Spreng., 1825, quoad syn.: Ornitrophe macrophylla Poir.
= Paullinia Cambessedesii Tr. & Planch.!†

Cupania (contin.)

229 saponarioides Sw., 1788 & 1800, partim (quoad flores et fructus)
= Cupania americana Linn ![†] Cf. 226.

230 ♂ saponarioides Sw., 1788 & 1800, partim (quoad folia)
= Sapindus Saponaria Linn. ![†] Cf. 46, 227.

231 scrobiculata (non „Kunth") Griseb. in Bonpl., 1858, quoad Cup. guianens. Miq.
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich. Cf. 132.

232 scrobiculata (non „Kunth") W. Hook. & Arn., 1841
= Cupania dentata Moc. & Sesse ed. DC. !

233 scrobiculata Kunth, 1821
= Matayba scrobiculata Radlk. !

234 scrobiculata L. Cl. Rich., 1792! Cf. *98*, *132* (231), *200*, *210*, *211*, *252* (608), *273*, *587*.

235 scrobiculata (non „Kunth") Schl. & Cham. in Linnaea VI, 1831, excl. exclud.
= Cupania dentata Mociño & Sesse ed. DC. !

236 scrobiculata („Kunth") Schl. & Cham. in Linnaea VI, 1831, quoad syn. Cup. glabra Willd. Hb.
= Matayba scrobiculata Radlk. Cf. 119.

237 Seemanni Tr. & Planch., 1862
= Cupania sylvatica Seem.

238 semiglauca F. Müll. Hb. ed Benth., 1863
= Guioa semiglauca Radlk. !* Cf. 26, 126, 534.

239 semiglauca F. Müll. var. acutifolia, Fragm. IX, 1875, p. 98
= Guioa acutifolia Radlk. !*

240 serrata F. Müll., 1862—63
= Cupaniopsis serrata Radlk. ! Cf. 443.

241 setigera Cunningh. ed. (sed non rite) Donn in Hort. Cantabrig., Ed. XII, 1831 ?, XIII, 1845 & Heynhold Nomencl. 1840
= Jagera pseudorhus Radlk. (?)

242 ♂ Sideroxylon Camb., 1829
= Stadmannia oppositifolia Poir.

243 spectabilis Radlk.

Cupania (contin.)

244 ♂ spinosa Blanco, 1837 (1845)
= Aurantiacea? [Bl. in Rhumphia III, p. 159.]

245 Spruceana Benth., Hook. Journ., 1851
= Matayba Spruceana Radlk.!

246 stipata F. Müll., 1860—61
= Sarcopteryx stipitata Radlk. Cf. 577 etc.

247 stipitata F. Müll., 1875
= Sarcopteryx stipitata Radlk. Cf. 577 etc.

248 ♂ subalbens Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Talisia subalbens Radlk!†

249 ♂ subcinerea A. Gray, 1854, excl. exclud.
= Alectryon subcinereum Radlk.!*†

250 ♂ subcinerea A. Gray, 1854, quoad syn.: Sapindus cinereus Cunningh.
= Alectryon connatum Radlk.*†

251 subrepanda Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Cupania rubiginosa Radlk.!

252 subrepanda („Mart. f. glabrior") Miq., 1850, coll. Kappler n. 1377
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.! Cf. 608.

253 sumatrana Hiern, 1875
= Mischocarpus fuscescens Bl. Cf. 603, 604.

254 sumatrana Kurz. 1875—76 (Pegu, Tenasserim)
= Mischocarpus fuscescens Bl.

255 sumatrana Miq., 1859
= Mischocarpus sumatranus Bl.

256 sylvatica Casaretto, 1843
= Matayba sylvatica Radlk.!

257 sylvatica Seem., 1852—57 (non Casar.)! Cf. 237.

258 tenax A. Cunn. Hb. ed. Benth. in Synon. ad Raton. ten., 1863
= Toechima tenax Radlk.!* Cf. 581.

259 tenax (non Cunn. ed. Benth.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 95, quoad coll. Pancher n. 149
= Arytera arcuata Radlk.!

Cupania (contin.)

260 tenax (non Cunn. ed. Benth.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 94, quoad specimina ad Rockingham's Bay a Dallachy lecta, partim
= Sarcotoechia cuneata Radlk.!

261 tenax (non Cunn. ed Benth.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 94, quoad specimina ad Rockingham's Bay a Dallachy lecta, partim
= Sarcotoechia protracta Radlk.!

262 tenuivalvis Radlk.

263 Thouarsiana Camb., 1829
= Tina Gelonium Roem. & Schult. em.!

264 Tolambitou Camb., 1829
= Molinaea Tolambitou Radlk.!

265 tomentella F. Müll. Hb. ed. Benth., 1863
= Cupaniopsis serrata Radlk.!

266 tomentosa (non „Sw.") DC., 1824, quoad specim. Guadalupensia (a Bertero lecta, in Hb. Prodr. servata)
= Cupania triquetra A. Rich.!

267 tomentosa (non „Sw.") Kunth, 1821
= Cupania cinerea Poepp.! Cf. 50.

268 tomentosa (non Sw.) Spreng., 1825, quoad syn.: Cupania latifolia Kunth
= Cupania latifolia Kunth.

269 tomentosa (non Sw.) Steud., 1821, quoad syn.: Gelonium cupanioides Gaertn. „sec. Bosc."
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405.

270 tomentosa Sw., 1788
= Cupania americana Linn.!

271 tomentosa (non „Sw.") Wickström in K. Vetensk. Akad. Handling. för 1827, specimen Guadalupense a Forsström lectum
= Cupania triquetra A. Rich.! Cf. 47.

272 δ trachycarpa Griseb. Pl. Wright., 1860, n. 103
= Trichilia spondioides Sw.!†

273 triloba Tr. & Planch., 1862
= Cupania scrobiculata Cl. Rich.!

274 triquetra A. Rich., 1845! Cf. *47* (271), 101, *266*.

Cupania (contin.)

275 ♂ undulata Linden Cat. Nr. 16, 1861 etc.
= Quid? Non Sapindacea!

276 uraguensis W. Hook. & Arn., 1833
= Cupania vernalis Camb. (?) (! Descr.)

277 venulosa DC., 1824
= Molinaea cupanioides Radlk.!

278 vernalis Camb., 1825! Cf. *72*, *276* (?), *658*.

279 verrucosa Bl., 1847
= Elattostachys verrucosa Radlk.!* Cf. 176.

280 vitiensis Seem., 1861
= Elattostachys vitiensis Radlk.!* Cf. 93, 563, 582.

281 Vouarana Camb., 1829, excl. exclud.
= Vouarana guianensis Aubl.

282 Vouarana Camb., 1829, quoad syn.: C. laevigata Rich. ined.
= Matayba arborescens Radlk. Cf. 148.

283 xylocarpa A. Cunn. Herb. ed. F. Müll., 1859
= Elattostachys xylocarpa Radlk.!*

284 xylocarpa F. Müll., 1875 (non 1859), quoad syn.: Cup. Bidwilli Benth.
= Elattostachys Bidwilli Radlk. Cf. 62.

285 xylocarpa F. Müll., 1875 (non 1859), quoad syn.: Cup. nervosa F. Müll.
= Elattostachys nervosa Radlk. Cf. 177.

286 zanthoxyloides Camb., 1825!

287 Zippeliana Bl., 1847
= Elattostachys Zippeliana Radlk.!* Cf. 448, 691.

288 (♂) sp. Arnott in Ann. Sc. nat. II, II, 1834, p. 236
= Pancovia bijuga Willd. Cf. 66.

289 sp. Beccari, Malesia I, 1878, p. 255
= Arytera brachyphylla Radlk.!

290 sp. Camb., Mém. Mus., 1829, p. 28
= Matayba arborescens Radlk. Cf. 607 etc.

291 sp. Camb. — — p. 28
= Pseudima frutescens Radlk. Cf. 611 etc.

Cupania (contin.)

292 sp. Cat. Kew. Hb. Griff. etc., 1865, n. 982
= Guioa pubescens Radlk. Cf. 197 etc.

293 sp. Cat. Kew. — — n. $982/_1$
= Mischocarpus fuscescens Bl. Cf. 133.

294 sp. Cat. Kew. — — n. 983
= Guioa squamosa Radlk. Cf. 128.

295 sp. Cat. Kew. — — n. 984
= Guioa bijuga Radlk.!*

296 sp. Cat. Kew. — — n. 985
= Paranephelium xestophyllum Miq.!* Cf. 651.

297 sp. Cat. Kew. — — n. 986
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

298 ♂ sp. Cat. Kew. — — n. $986/_1$
= Lepisanthes tetraphylla Radlk.!

299 sp. Cat. Kew. — — n. 987
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

300 sp. Cat. Kew. — — n. 989
= Arytera literalis Bl.!

301 ♂ sp. Cat. Kew. — — n. $989/_1$
= Nephelium hypoleucum Kurz!*

302 sp. Cat. Kew. — — n. 990
= Arytera litoralis Bl.!

303 ♂ sp. Cat. Kew. — — n. 992
= Xerospermum glabratum Radlk.!*

304 sp. Cat. Kew. — — n. 993
= Guioa fuscidula Radlk. Cf. 106.

305 sp. Eichler in Fl. bras. Fasc. 43, 1867, p. 93 c. syn. Terminalia discolor Spr. Syst. II, p. 358
= Matayba discolor Radlk. Cf. 666.

306 sp. Eichler in Fl. bras. Fasc. 43, 1867 p. 93, c. syn. Terminalia octandra Spreng. (in Hb. Berol. ed. Eichler, non Spr. Syst.)
= Matayba discolor Radlk. Cf. 667.

307 sp.? („Sapindaceous shrub") Gray, Wilkes Exped., 1854, p. 257 in obs. ad Cup. lentiscif.
= Arytera? oligolepis Radlk. Cf. 599.

308 ♂ sp. Hook. f. & Thoms. Hb. Ind. or. n. 6
= Lepisanthes tetraphylla Radlk.!

Cupania (contin.)

309 ♂ sp. Kunth in Humb. Bonpl. K. Gen. Nov. V, 1821, p. 121
= Paullinia Cambessedesii Tr. & Pl.!

310 sp. Linden Cat. Nr. 12, 1857, p. 15 „Bahia"
= Quid? Cf. 61 etc.

311 ♂ sp. Meisner Gen., 1836—42 (Coment. p. 38, n. 13,e)
= Harpullia cupanioides Roxb.

312 sp. F. Müller Fragm. Vol. IX, 1875, p. 96 coll. Pancher n. 219 („affin. Cup. xylocarpae")
= Elattostachys incisa Radlk.!*

313 ♂ sp.? Persoon, 1805 (p. 413)
= Toulicia guianensis Aubl.

314 sp.? Seem. in Bonpl. IX, 1861, p. 254 n. 73
= Guioa rhoifolia Radlk.! Cf. 600.

315 sp. Spruce Pl. bras., 1851—56, n. 1445
= Cupania hispida Radlk.!

316 sp. Spruce — — n. 1578
= Matayba macrostylis Radlk.!

317 sp. Spruce — — n. 1746
= Vouarana guianensis Aubl.!

318 sp. Spruce — — n. 1747
= Matayba arborescens Radlk.!

319 sp. Spruce — — n. 1858
= Cupania rubiginosa Radlk.!

320 sp. Spruce — — n. 1879
= Cupania rubiginosa Radlk.!

321 ♂ sp. Spruce — — n. 1890
= Trichilia septentrionalis C. DC.!†

322 ♂ sp. Spruce — — n. 2421
= Talisia multinervis Radlk.!†

323 sp. Spruce — — n. 2525
= Matayba robusta Radlk.!

324 sp. Spruce — — n. 2744
= Matayba arborescens Radlk.!

325 sp. Spruce — — n. 2790
= Matayba discolor Radlk.!

Cupania (contin.)

326 sp. Spruce Pl. bras., 1851—56, n. 3402
= Matayba opaca Radlk.!

327 sp. Spruce — — n. 4619
= Matayba peruviana Radlk.!

328 sp. Teysm. & Binn. Cat., 1866, p. 215 (Amboina)
= Guioa patentinervis Radlk.?

329 sp. Teysm. & Binn. Cat., 1866, p. 215 (Bangka, 254)
= Guioa pubescens Radlk.?* (Guioa diplopetala Radlk.?)

330 ♂ sp. Turczan. 1858, coll. Claussen ao. 1840
= Talisia esculenta Radlk.!

331 sp. Turczan. 1858, coll. Cuming n. 507
= Mischocarpus fuscescens Bl. Cf. 642.

332 sp. Turczan. 1858, coll. Cuming n. 1237
= Elattostachys verrucosa Radlk.!*

333 sp. Turczan. 1858, coll. Cuming n. 1387
= Mischocarpus sundaicus Bl. Cf. 640 etc.

334 ♂ sp. Turczan. 1858, coll. Metz n. 835
= Amoora Rohituka Wight & Arn.!†

335 sp. Turczan. 1858, coll. Schomburgk n. 381
= Matayba inelegans Radlk.!

336 ♂ sp. Wallich Cat., 1847, n. 8067 A
= Euphoria Longana Lam. [Hiern.]

337 ♂ sp. Wallich Cat. — — n. 8067 B
= ? Aglaia edulis A. Gray. [Hiern.]

338 ♂ sp. Wallich Cat. — — n. 8069
= Chisocheton paniculatus Hiern!

339 ♂ sp. Wallich Cat. — — n. 9034
= Lepisanthes tetraphylla Radlk. [Hiern.]

340 ♂ sp.? Wight & Arn. Prodr. 1834, p. 112 in obs. ad Sap.? defic.
= Lepisanthes deficiens Radlk.!

341 sp.? Wight & Arn. Prodr., 1834, p. 113 in obs. ad Cup.
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

Cupaniopsis

342 anacardioides Radlk.† Cf. 53 (28).
343 apiocarpa Radlk.
344 azantha Radlk.
345 chytradenia Radlk.
346 crassivalvis Radlk.
347 dictyophora Radlk.
348 foveolata Radlk. Cf. 96.
349 fruticosa Radlk. Cf. 125.
350 ganophloea Radlk.
351 glomeriflora Radlk.
352 inoplea Radlk.
353 leptobotrys Radlk. Cf. 158.
354 macrocarpa Radlk.
355 myrmoctona Radlk.
356 oedipoda Radlk.
357 petiolulata Radlk.
358 psilocarpa Radlk.
359 punctulata Radlk. Cf. 203.
360 serrata Radlk. Cf. 240 (443), *265*.
361 Storckii Radlk. Cf. 579 (57).
362 subcuneata Radlk.
363 trigonocarpa Radlk.
364 Wadsworthii Radlk. Cf. 442.

Dictyoneura

365 acuminata Bl., 1847! Cf. 37.
366 obtusa Bl., 1847! Cf. 181.

Digonocarpus

367 inflatus Vellozo, 1825
= Cupania emarginata Camb. (! Ic.)

Dilodendron

368 bipinnatum Radlk., 1878.†

Dimereza

369 cupanioides Hassk. mss. ed. Hassk. in Flor. XXV, 1842
= Guioa diplopetala Radlk. Cf. 81.

370 glauca Labillard., 1825
= Guioa glauca Radlk.!* Cf. 78, 124, 374.

371 sp.? Gray, 1854
= Guioa rhoifolia Radlk. Cf. 213.

Diploglottis
372 australis Radlk.† Cf. *80* (558), 652 (74, 373, 496).
373 Cunninghami Hook. f., 1862
= Diploglottis australis Radlk. Cf. 652 etc.

Diplopetalon
374 glaucum Spreng., 1827
= Guioa glauca Radlk. Cf. 370 etc.

Dittelasma
375 Rarak (non Hook. f.) Hassk. in Pl. Cuming n. 1304, ed. Hohenack.
= Trigonachras cultrata Radlk. Cf. 610.

Elattostachys
376 apetala Radlk.* Cf. 55 (510, 554), *589* (646).
377 Bidwilli Radlk.* Cf. 62 (284).
378 duplicato-serrata Radlk.*
379 falcata Radlk.* Cf. 92 (509, 564).
380 incisa Radlk.* Cf. *312*.
381 nervosa Radlk.* Cf. 177 (285).
382 verrucosa Radlk.* Cf. *84*, 279 (176), *332*, *449*, *541*.
383 vitiensis Radlk.* Cf. 280 (93, 563, 582).
384 xylocarpa Radlk.* Cf. 283.
385 Zippeliana Radlk.* Cf. 287 (448, 691).

Ephielis
386 (δ) fraxinea (non W.) Bertero ed. Camb., 1829 (Trichilia? sp. Camb.)
= Hedwigia balsamifera Sw. Cf. 474.
387 fraxinea Willd., 1799
= Matayba guianensis Aubl. em. Cf. 392 etc.
388 guianensis Gmelin, 1791 (Persoon 1805)
= Matayba guianensis Aubl. em. Cf. 392 etc.
389 δ juglandinea Poepp. Pl. Cub., 1824, ed. Schlecht. & Cham. in Linnaea 1831, p. 419
= Hypelate paniculata Camb.!†
390 (δ) Patrisiana Spreng., 1825
= ? Leguminosa habitu Ingarum, forsan Swartziea. Cf. 485.
391 Vouarana Spreng., 1805
= Vouarana guianensis Aubl.

Ephielis (contin.)

392 sp. Schreber Gen. Pl. I, 1789
= Matayba guianensis Aubl. em. Cf. 387, 388.

Eriocoelum

393 paniculatum Baker, 1868!

394 racemosum Baker, 1868!

395 sp. Baill. Hist. d. Pl., 1874 (non Baker)
= Placodiscus turbinatus Radlk.!†

396 sp. Baill. Hist. d. Pl., — —
= Lychnodiscus reticulatus Radlk.!†

Ernstingia

397 sp. Scopoli, 1777 (Necker 1790)
= Matayba guianensis Aubl. em.

Euphoria

398 Leichhardtii Benth., 1863
= Arytera Leichhardtii Radlk.!* Cf. 531.

399 xerocarpa Bl., 1825, excl. fructu
= Arytera litoralis Bl. Cf. 535.

400 sp. Korth. Hb. ed. Bl., 1847
= Guioa diplopetala Radlk. Cf. 208 etc.

Euphoriopsis

401 longifolia Radlk.*† Cf. 615 (620).

Garuga

402 javanica Bl., 1825
= Jagera serrata Radlk. Cf. 454.

403 madagascariensis DC. Prodr. II, 1825
= Tina madagascariensis Radlk.!* Cf. 404, 450.

404 pinnata (non Roxb.) Wight & Arn., 1834, quoad syn.: „Garuga madagascariensis DC.?"
= Tina madagascariensis Radlk. Cf. 403.

Gelonium

405 cupanioides Gaertn., 1791
= Molinaea cupanioides Radlk. (! Ic.). Cf. 4, 75, 107, 269, 669, 673.

406 sp. du Petit Thouars, 1806
= Tina Gelonium Roem. & Schult. em. (!) Cf. 108, 166, 675.

Giroa (sphalmate loco „Guioa“)
407 lentiscifolia Steud., 1821
= Guioa lentiscifolia Cav.

Gongrodiscus
408 parvifolius Radlk.
409 sufferugineus Radlk.

Guaiacum
410 dubium Forster Prodr., 1786
= ? Guioa lentiscifolia Cav. [Gray.]

Guioa
411 acutifolia Radlk.* Cf. 239.
412 bijuga Radlk.* Cf. 195 (129, 602), *295*.
413 crenata Radlk.
414 diplopetala Radlk.*† Cf. *13*, *20*, 81 (369), *208* (160, 400, 432, 621).
415 fusca Radlk.*
416 fuscidula Radlk.* Cf. 106 (304).
417 glauca Radlk.* Cf. 370 (78, 124, 374).
418 gracilis Radlk.
419 lasioneura Radlk.
420 lentiscifolia Cav., 1797!*† Cf. *2*, 157 (578), 407, *410*?
421 leptoneura Radlk. Cf. 433.
422 membranifolia Radlk.*
423 microsepala Radlk.
424 Minjalilen Radlk.* Cf. 171.
425 ovalis Radlk.
426 patentinervis Radlk.* Cf. *328*?
427 pectinata Radlk.
428 Perrottetii Radlk.*† Cf. 445, *618*.
429 pleuropteris Radlk.* Cf. 194, *196* (130, 198).
430 pteropoda Radlk.*
431 pubescens Radlk.*† Cf. *27*, *184*, *197* (292), *329?* 619.
432 regularis Radlk. in Holl.-Ind. Sap., 1878, p. 12 & 41
= Guioa diplopetala Radlk. ibid. p. 88. Cf. 208.
433 regularis Radlk. ibid. p. 42 quoad Becc. it. sec. 7'''' (Celebes, non „Key“)
= Guioa leptoneura Radlk.
434 rhoifolia Radlk.* Cf. 213 (371), *314* (600), *601*.

Guioa (contin.)

435 rigidiuscula Radlk.*

436 semiglauca Radlk.* Cf. 238 (26, 126, 534).

437 squamosa Radlk.*† Cf. *34* (122), *128* (294), 626 (122, 209).

438 subfalcata Radlk.* Cf. 156.

439 venusta Radlk.*

440 villosa Radlk.*

441 sp.? Radlk. Ueber Sapind. (p. 301 n. 47). Cf. 614 (447, 455).

Harpullia

442 Wadsworthii F. Müll., 1863—64
= Cupaniopsis Wadsworthii Radlk.!

443 sp.? F. Müll., 1862—63
= Cupaniopsis serrata Radlk. Cf. 240.

Hemigyrosa

444 (♂) canescens Bl., 1847
= Lepisanthes tetraphylla Radlk. Cf. 516 etc.

445 Perrottetii Bl., 1847
= Guioa Perrottetii Bl.!*†

446 ♂ Pervillei Bl., 1847
= Deinbollia Pervillei Radlk.!* (p. 40) † (p. 275)

447 sp. Bl., 1847
= Guioa? sp. Radlk. Cf. 614 etc.

Hypelate

448 pinnata Zipp. Hb. ed. Bl., 1847
= Elattostachys Zippeliana Radlk. Cf. 287 etc.

Jagera

449 glabra Hassk., 1858
= Elattostachys verrucosa Radlk.!*

450 madagascariensis Bl., 1847
= Tina madagascariensis Radlk. Cf. 403.

451 pseudorhus Radlk.* Cf. 201, *241* (?).

452 Roxburghii Bl., 1847
= Jagera serrata Radlk. Cf. 624.

453 serrata Radlk.*† Cf. *454* (402), 624 (452).

454 speciosa Bl., 1847
= Jagera serrata Radlk.!* Cf. 402.

Koelreuteria
455 arborea Blanco, Ed. II, 1845
= Guioa? spec. Radlk.† Cf. 614 etc.

Laccodiscus
456 ferrugineus Radlk. Cf. 94.

Lachnopetalum
457 glabrum Turcz., 1848, coll. Cuming n. 1169
= Lepidopetalum Perrottetii Bl.! Cf. 568, 569.

Lepiderema
458 papuana Radlk.*

Lepidopetalum
459 Jackianum Radlk.* Cf. 138 (35).
460 montanum Radlk.* Cf. 19.
461 Perrottetii Bl., 1847!*† Cf. *191, 214, 457* (568, 569), *627*.

Matayba
462 apetala Radlk. Cf. 56 (551), *182*.
463 arborescens Radlk.† Cf. *83, 146, 148* (282), *318, 324, 561, 585*, 607 (60, 290, 616, 623, 630), *668*.
464 camptoneura Radlk.
465 discolor Radlk. Cf. *325*, 666 (305), *667* (306).
466 domingensis Radlk. Cf. 560 (207), *576* (553).
467 elaeagnoides Radlk.
468 elegans Radlk.
469 floribunda Radlk.
470 glaberrima Radlk. Cf. 110 (142); *149* (114, 142).
471 grandis Radlk.
472 guianensis Aubl. em., 1775! Cf. *89, 147, 155* (665), *170, 212*, 392 (388, 387), 397, *586*.
473 guianensis (non Aubl.) Camb., 1829, quoad specim. Aubletian. in Hb. Juss. (n. 11365) servat.
= Molinaea arborea Gmel. em.!
474 δ guianensis (non Aubl.) DC., 1824, quoad specim. Berterian. in S. Domingo lect.
= Hedwigia balsamifera Sw.!† Cf. 386.
475 heterophylla Radlk. Cf. 134.
476 inelegans Radlk. Cf. 137, *335*.
477 juglandifolia Radlk.† Cf. 613.
478 laevigata Radlk.† Cf. 144 (113, 629).

Matayba (contin.)
479 longipes Radlk.
480 macrostylis Radlk. Cf. 316.
481 marginata Radlk.
482 mexicana Radlk. Cf. 169 (573).
483 mollis Radlk.
484 opaca Radlk. Cf. 145 (113, 609). *326*.
485 δ Patrisiana DC., 1824
= ? Leguminosa habitu Ingarum, forsan Swartziea! Cf. 390.
486 paucijuga Radlk.
487 peruviana Radlk. Cf. *327*.
488 punctata Radlk. Cf. 202.
489 purgans Radlk. Cf. 204.
490 robusta Radlk. Cf. 323.
491 scrobiculata Radlk. Cf. *119* (236), 233, *588*.
492 Spruceana Radlk. Cf. 245.
493 sylvatica Radlk. Cf. 256.
494 tovarensis Radlk.
495 ? Vouarana DC., 1824
= Vouarana guianensis Aubl.

Melicocca
496 australis Steud., 1841
= Diploglottis australis Radlk. Cf. 652 etc.

Mildea
497 gibbosa Miq., 1867
= ? Paranephelium xestophyllum Miq. Cf. 538.
498 xestophylla Miq., 1867
= Paranephelium xestophyllum Miq. Cf. 539.

Mischocarpus
499 anodontus Radlk.* Cf. 54 (550, 647).
500 exangulatus Radlk.* Cf. 90 (562, 645).
501 fuscescens Bl., 1847!* Cf. 105, *133* (293), *253* (603, 604), *254*, *297*, *299*, *536*, *580*, *590*, *642* (331), *643*.
502 grandissimus Radlk.* Cf. 127 (565).
503 lachnocarpus Radlk.* Cf. 141 (567).
504 pentapetalus Radlk.* Cf. 638 (82, 189, 190, 219, 341, 639, 648).
505 pyriformis Radlk.* Cf. 205, (575, 649).

Mischocarpus (contin.)

506 sumatranus Bl., 1847!* Cf. 255.

507 sundaicus Bl., 1825!* Cf. *88*, 159 (570), 172, *525*,
● *640* (333, 641), *644*.

508 sp.? Blume, 1847. Cf. 543 (542).

509 sp.? Gray, Wilkes Exped., 1854, p. 252
= Elattostachys falcata Radlk. Cf. 92 etc.

510 sp.? Gray, Wilkes Exped., 1854, p. 253
= Elattostachys apetala Radlk. Cf. 55 etc.

Molinaea

511 alternifolia Willd., 1799
= M. arborea Gmelin emend. Cf. 43, 152, 524.

512 ♂ ? arborea Blanco, Ed. I & II, 1837, 1845
= Meliacea? (! Descr.) Cf. 58.

513 arborea Gmelin emend., 1791! Cf. *33*, *150*, *473*,
524 (43, 152, 511).

514 arborea Gmelin, 1791, partim
= M. cupanioides Radlk. Cf. 523.

515 brevipes Radlk.

516 ♂ canescens Roxb., 1795
= Lepisanthes tetraphylla Radlk.!*† Cf. 67, 444.

517 cupanioides Radlk. Cf. *277*, 405 (4, 75, 107, 269,
669, 673), *523* (151, 514, 518).

518 laevis Willd., 1799
= M. cupanioides Radlk. Cf. 151, 523.

519 macrantha Radlk.

520 petiolaris Radlk.

521 retusa Radlk.

522 Tolambitou Radlk. Cf. 264.

523 sp. Juss., 1789 (Lam. Ill. t. 305, f. 1)
= M. cupanioides Radlk.! Cf. 514; 518 etc.

524 sp. Juss., 1789 (Lam. Ill. t. 305, f. 2)
= M. arborea Gmel. em.! Cf. 511 etc.

525 sp.? Wallich Cat., 1847, n. 8092
= Mischocarpus sundaicus Bl.!

Moulinsia

526 cupanioides Camb., 1829, quoad fruct. in tab. 2, fig. 5
& 6 depict.
= Arytera litoralis Bl.!† (p. 561)

Nephelium

527 Beckleri Benth., 1863
= Arytera divaricata F. Müll.!*

528 distyle F. Müll., 1875
= Arytera distylis Radlk. Cf. 559.

529 divaricatum F. Müll. Hb. ed. Benth., 1863
= Arytera divaricata F. Müll. (1859)!*

530 foveolatum F. Müll. Hb. ed. Benth., 1863
= Arytera foveolata F. Müll. (1859)!*

531 Leichhardtii F. Müll., 1867, 1875
= Arytera Leichhardtii Radlk. Cf. 398.

532 microphyllum Benth., 1863
= Arytera microphylla Radlk.!*

533 mutabile (non Bl.) Miq., 1860 (nec 1859), „Pening-Pening ramboetan mal."
= Arytera litoralis Bl.!*

534 semiglaucum F. Müll., 1863—64
= Guioa semiglauca Radlk. Cf. 238 etc.

535 xerocarpum Camb., 1829 (excl. fructu; cfr. Euphoria x. Bl.)
= Arytera litoralis Bl. Cf. 399.

536 sp., N. Longano W. & Arn. affin., Hassk. in Pl. Cuming n. 507, ed. Hohenack.
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

Ornitrophe

537 Cominia Poepp. Pl. Cub., 1822, ed. Griseb. in Cat. Pl. Cub., 1866
= Cupania macrophylla A. Rich.!

Paranephelium

538 gibbosum Teysm. & Binn., 1866
= ? P. xestophyllum Miq. (!) Cf. 497.

539 xestophyllum Miq., 1860! Cf. *296* (651), 498, *538*? (497).

Paullinia

540 guatemalensis Turcz., 1859, I, p. 268
= Cupania guatemalensis, Radlk.!

541 sp. Hohenack. in. sched. coll. Cuming n. 1237
= Elattostachys verrucosa Radlk.!*

Pedicellaria
542 sp. Leman in Dict. Sc. nat. XXXVIII, 1825, p. 207
= Mischocarpus? sp. Cf. 543.
Pedicellia
543 oppositifolia Loureiro, 1790
= Mischocarpus? sp. [Bl.] Cf. 542.
Pentascyphus
544 thyrsiflorus Radlk.
Phialodiscus •
545 unijugatus Radlk. Cf. 30.
546 zambesiacus Radlk. Cf. 31.
Pseudima
547 frutescens Radlk.*† Cf. 611 (99, 291).
Ratonia
548 adenophylla Kurz, 1875
= Arytera litoralis Bl. Cf. 39 etc.
549 (♂) Alphandi F. Müll., 1863—64
= Castanospora Alphandi F. Müll. Cf. 42.
550 anodonta Benth., 1863
= Mischocarpus anodontus Radlk. Cf. 54 etc.
551 apetala Griseb. (non Pl. Wrigth.) Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, excl. exclud.
= Matayba apetala Radlk. Cf. 56.
552 apetala Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn.: Cup. juglandifol. A. Rich., fruct.
= Cupania macrophylla A. Rich. Cf. 139.
553 apetala Griseb. (non Fl. Brit. W. Ind. Isl.) Pl. Wright., 1860 (coll. Wright n. 1151, 1604)
= Matayba domingensis Radlk. Cf. 576.
554 apetala (non Griseb.) Seem., 1865
= Elattostachys apetala Radlk. Cf. 55 etc.
555 ? Brackenridgei Seem., 1865
= Arytera Brackenridgei Radlk. Cf. 64.
556 Cordierii F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1875
= Synima Cordierii Radlk. Cf. 73.
557 Daemeliana F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1875
= Toechima Daemelianum Radlk. Cf. 76.
558 diphyllostegia F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1865—66
= Diploglottis australis Radlk. Cf. 80.

Ratonia (contin.)

559 distylis F. Müll. Hb. ed. Benth., 1863
= Arytera distylis Radlk.!* Cf. 528.

560 domingensis DC., 1824
= Matayba domingensis Radlk.! Cf. 207.

561 domingensis (non „DC.") Griseb. Fl. Br. W. Ind. Isl., 1859, p. 710
= Matayba arborescens Radlk.!

562 exangulata F. Müll., 1863—64
= Mischocarpus exangulatus Radlk. Cf. 90 etc.

563 falcata Seem., 1865, coll. n. 68
= Elattostachys vitiensis Radlk. Cf. 280 etc.

564 falcata Seem., 1865, coll. n. 70
= Elattostachys falcata Radlk. Cf. 92 etc.

565 grandissima F. Müll., 1863—64
= Mischocarpus grandissimus Radlk. Cf. 127.

566 ♂ Homei Seem., 1865
= Podonephelium Homei Radlk.!*

567 lachnocarpa F. Müll., 1863—64
= Mischocarpus lachnocarpus Radlk. Cf. 141.

568 lachnopetala Turcz., 1863, coll. Cuming n. 1169
= Lepidopetalum Perrottetii Bl. Cf. 457 etc.

569 Lachnopetalum Hassk. in Pl. Cuming n. 1169, ed. Hohenack.
= Lepidopetalum Perrottetii Bl. Cf. 457 etc.

570 Lessertiana Turcz., 1863 (excl. coll. Cuming n. 1456 et 1734, ad Mischoc. fuscesc. recensend.)
= Mischocarpus sundaicus Bl. Cf. 159.

571 litoralis Teysm. & Binn., 1866
= Arytera litoralis Bl.

572 Martyana F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1865—66
= Sarcopteryx Martyana Radlk. Cf. 168.

573 mexicana Turcz., 1863
= Matayba mexicana Radlk. Cf. 169.

574 O'Shanesiana F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1875
= Arytera O'Shanesiana Radlk. Cf. 183.

575 pyriformis Benth., 1863
= Mischocarpus pyriformis Radlk. Cf. 205 etc.

Ratonia (contin.)

576 spathulata Griseb. Cat. Pl. Cub., 1866 (coll. Wright n. 1151, 1604)
= Matayba domingensis Radlk.! Cf. 553.

577 stipitata Benth., 1863
= Sarcopteryx stipitata Radlk.! Cf. 246, 247.

578 stipitata (non Benth.) Seem., 1865, quoad syn. Cupania lentiscifolia
= Guioa lentiscifolia Cav. Cf. 157.

579 Storckii Seem., 1865
= Cupaniopsis Storckii Radlk.! Cf. 57.

580 sumatrana Kurz in Pegu Report, 1875
= Mischocarpus fuscescens Bl.

581 tenax Benth., 1863
= Toechima tenax Radlk. Cf. 258.

582 vitiensis F. Müll., 1875
= Elattostachys vitiensis Radlk. Cf. 280 etc.

583 Zygolepis Turcz., 1863, coll. Cuming n. 1761
= Arytera rufescens Radlk. Cf. 693.

584 δ n. 10 Walpers Ann. VII, 1869, p. 627
= Gelonium (Suregada) aequoreum Hance (Euphorbiac.)

585 sp. Turcz., 1863, p. 586, 587, coll. Caley, St. Vincent
= Matayba arborescens Radlk.!

586 sp. Turcz. — — coll. Gardner n. 3074
= Matayba guianensis Aubl. em.!

587 sp. Turcz. — — coll. Hostm. n. 295
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.!

588 sp. Turcz. — — coll. Schlim n. 902
= Matayba scrobiculata Radlk.!

589 sp. Turcz. — — coll. Vieillard n. 207
= Elattostachys apetala Radlk.! Cf. 646.

590 sp. Turcz. — — coll. Zolling. n. 3266
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

Rhysotoechia

591 bifoliolata Radlk. Cf. 217.

592 flavescens Radlk. Cf. 218.

Rhysotoechia (contin.)

593 grandifolia Radlk.*
594 Mortoniana Radlk.* Cf. 173.
595 ramiflora Radlk.*
596 Robertsoni Radlk. Cf. 216.

Robinia

597 mollissima Vahl ed. Poir., 1804
= Cupania rubiginosa Radlk. Cf. 199 etc.

598 rubiginosa Poiret, 1804
= Cupania rubiginosa Radlk. Cf. 199 etc.

Sapindacea

599 A. Gray („Sapindaceous shrub" ex insula Upolu), Wilkes Exped., 1854, p. 257 in obs. ad Cup. lentiscifol.
= Arytera? oligolepis Radlk.! Cf. 307.

600 Seem. in Bonpl. IX, 1861, p. 254, n. 73
= Guioa rhoifolia Radlk. Cf. 314.

601 Seem. in Bonpl. IX, 1861, p. 254, n. 74
= Guioa rhoifolia Radlk.!

602 ? Wallich Cat., 1847, n. 8094
= Guioa bijuga Radlk. Cf. 195.

603 Wallich — — n. 8108
= Mischocarpus fuscescens Bl.! Cf. 253 etc.

604 Wallich — — n. 9035 (Kashia)
= Mischocarpus fuscescens Bl. Cf. 253 etc.

605 Wallich — — n. 9036
= Trigonachras acuta Radlk. Cf. 38.

Sapindus

606 adenophyllus Wallich Cat., 1847, n. 8044
= Arytera litoralis Bl.!† Cf. 39 etc.

607 arborescens Aubl., 1775
= Matayba arborescens Radlk.!† Cf. 60, 290, 616, 623.

608 arborescens (non Aubl.) Miq. in Linnaea, 1844, coll. Kappler n. 1377
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich. Cf. 252.

609 arborescens (non Aubl.) Miq. in sched. coll. Kappler n. 744, ed. Hohenack., 1846
= Matayba opaca Radlk. Cf. 145 etc.

Sapindus (contin.)

610 cultratus Turcz., 1858
= Trigonachras cultrata Radlk.!*† Cf. 375, 628.

611 frutescens Aubl., 1775
= Pseudima frutescens Radlk.!*† Cf. 99, 291.

612 ♂ glabrescens W. Hook. & Arn., 1841, a Griseb. ad Cupaniam glabram Sw. relat.
= Guarea fulva Tr. & Pl., β mexicana C. DC. [C. DC. in Monogr. Meliac.] Cf. 115.

613 juglandifolius Camb., 1825
= Matayba juglandifolia Radlk.!†

614 Koelreuteria Blanco, 1837 (Koelreuteria arborea Blanco, 1845)
= Guioa? sp. Radlk. (! Descr.)† Cf. 447, 455.

615 longifolius (non „Willd.“ resp. Vahl) Roxb., 1813
= Euphoriopsis longifolia Radlk.!*† Cf. 620.

616 microcarpus Dietr., Fr. G., 1808
= Matayba arborescens Radlk. Cf. 607 etc.

617 obovatus Wight & Arn., 1834
= Blighia sapida Koen.† [Hiern]

618 pubescens Zoll. & Moritzi, 1846, quoad coll. Perrott. in Hb. DC.
= Guioa Perrottetii Radlk.!*†

619 pubescens Zoll. & Moritzi, 1846, quoad coll. Zoll. n. 1105
= Guioa pubescens Radlk.!*†

620 Rarak (non DC.) Wight & Arn., 1834, quoad S. longifol. (non Vahl) Roxb.
= Euphoriopsis longifolia Radlk. Cf. 615.

621 regularis Korth. Hb. ed. Bl., 1847
= Guioa diplopetala Radlk. Cf. 208 etc.

622 rufescens Turcz., 1858 (p. 404)
= Cupania paniculata Camb.!

623 senegalensis (non Poir.) Dietr., Fr. G., 1838, quoad S. arborescens Aubl. et patriae indicat. Guiana
= Matayba arborescens Radlk. Cf. 607 etc.

624 serratus Roxb., 1813, 1832
= Jagera serrata Radlk.!*† Cf. 452.

625 squamosus Roxb., 1814, 1832
= Sarcopteryx squamosa Radlk.!*† Cf. 121.

Sapindus (contin.)

626 squamosus (non Roxb.) Wallich Cat., 1847, n. 8097
= Gnioa squamosa Radlk.!*† Cf. 122, 209.

627 sp. Cuming Pl. philip. n. 1170 (partim), ed. Hohenack.
= Lepidopetalum Perrottetii Bl.!*†

628 sp. Cuming Pl. philip. n. 1304, ed. Hohenack.
= Trigonachras cultrata Radlk. Cf. 610.

629 sp.? Miq. in Linnaea XXII, 1849, coll. Kegel n. 268
= Matayba laevigata Radlk.!† Cf. 144.

630 Miq. in sched. coll. Hostm. n. 600 a, ed. Hohenack., 1846
= Matayba arborescens Radlk.!† Cf. 60 etc.

Sarcopteryx

631 coriacea Radlk.*

632 Martyana Radlk.*† Cf. 168 (572).

633 melanophloea Radlk.*†

634 squamosa Radlk.*† Cf. 625 (121).

635 stipitata Radlk.* Cf. 577 (246, 247).

Sarcotoechia

636 cuneata Radlk. Cf. 260.

637 protracta Radlk. Cf. 261.

Schleichera

638 pentapetala Roxb., 1814, 1832
= Mischocarpus pentapetalus Radlk.!* Cf. 82, 189, 190, 219, 341, 639, 648.

639 pentaphylla Wight (sphalmate loco „pentapetala“) Ic., 1843
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

640 revoluta Turcz., 1848, coll. Cuming n. 1387
= Mischocarpus sundaicus Bl.!* Cf. 333, 641.

641 subundulata (non Turcz.) Hohenack. in sched. coll. Cuming n. 1387
= Mischocarpus sundaicus Bl. Cf. 640 etc.

642 subundulata Turcz., 1848, coll. Cuming n. 507
= Mischocarpus fuscescens Bl.!* Cf. 331.

643 trijuga (non Willd.) Zoll. & Moritzi, 1846, coll. Zoll. n. 507, partim
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

Schleichera (contin.)

644 trijuga (non Willd.) Zoll. & Moritzi, 1846, coll. Zoll. n. 507, partim
= Mischocarpus sundaicus Bl.!

645 sp.? F. Müll., Fragm. IX., 1875, p. 91
= Mischocarpus exangulatus Radlk. Cf. 90 etc.

646 sp.? Turcz., 1863, coll. Vieillard n. 207
= Elattostachys apetala Radlk. Cf. 589.

Schmidelia

647 anodonta F. Müll., 1858—59
= Mischocarpus anodontus Radlk. Cf. 54 etc.

648 pentapetala Wight Ic. II, 1843, t. 402
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

649 pyriformis F. Müll., 1858—59
= Mischocarpus pyriformis Radlk. Cf. 205 etc.

Scyphonychium

650 multiflorum Radlk. Cf. 174.

Scyphopetalum

651 ramiflorum Hiern, 1875
= Paranephelium xestophyllum Miq. Cf. 296.

Stadmannia

652 australis Don. Gen. Syst., 1831, p. 669
= Diploglottis australis Radlk.!† Cf. 74, 373, 496.

653 Bahiensis Linden Cat. Nr. 13, 1858, p. 6 etc.
= Quid? Cf. 659, *61*? (310).

654 Frazeri Linden Cat. Nr. 12, 1857, p. 17 & 20
= Cupania glabra Sw.!

655 frigida Linden Cat. Nr. 16, 1861, p. 4, c. syn. S. Ghiesebr.
= Cupania dentata Moc. & Sesse. Cf. 97, 656.

656 Ghisebreghti Hort. Gandavens. ed. Linden in Cat. Nr. 16, 1861
= Cupania dentata Moc. & Sesse! Cf. 655 etc.

657 (♂) jatrophaefolia Linden Cat. Nr. 12, 1857, p. 15 qua synon. Cup.ae panduraefoliae
= Anacardiacea (?)! Cf. 186.

658 sorbifolia Linden Cat. Nr. 17, 1862, p. 8 etc.
= Cupania vernalis Camb.!

Stadmannia (contin.)

659 sp. Linden Cat. Nr. 12, 1857, p. 17 „Bahia"
= Quid? Cf. 653 etc.

Storthocalyx

660 chryseus Radlk.

661 leioneurus Radlk.

662 Pancheri Radlk. Cf. 185.

663 sordidus Radlk.

Synima

664 Cordierii Radlk. Cf. 73 (556).

Talisia

665 laxiflora Benth. in Hook. Journ. Bot., 1850, p. 212
= Matayba guianensis Aubl. em. Cf. 155.

Terminalia

666 discolor Spreng. Neue Entdeckungen II, 1821, p. 111 (Syst. II, 1825, p. 358)
= Matayba discolor Radlk.! Cf. 305.

667 octandra Spreng. in Hb. Berol. ed. Eichler in Fl. bras. Fasc. 43, 1867, p. 93
= Matayba discolor Radlk.! Cf. 306.

Thouinia

668 polygama (non G. Mey.) Miq., 1849, coll. Kappler n. 1829
= Matayba arborescens Radlk.!† (p. 525)

Tina

669 cupanioides DC., 1824
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405 etc.

670 dasycarpa Radlk.

671 fulvinervis Radlk.

672 Gelonium Roem. & Schult. emend., 1819. (!) Cf. *263*, 406 (108, 166, 675).

673 Gelonium Roem. & Schult., 1819, partim, quoad syn.: ? Gelonium cupanioides Gaertn.
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405 etc.

674 isoneura Radlk.

675 madagascariensis („Thouars") DC., 1824
= Tina Gelonium Roem. & Schult. em. Cf. 406 etc.

676 ♂ madagascariensis Herbarior. ed. Baill., 1875
= Harpullia madagascariensis Radlk.!*† Cf. 167.

Tina (contin.)
677 madagascariensis Radlk.* (p. 37) Cf. *70*, 403 (404, 450).
678 ♂ rupestris Bl., 1825
= Harpullia cupanioides Roxb.!* Cf. 63, 223.
679 striata Radlk.
680 trijuga Radlk.

Toechima
681 Daemelianum Radlk.* Cf. 76 (557).
682 erythrocarpum Radlk.* Cf. 87.
683 subteres Radlk.*
684 tenax Radlk.* Cf. 258 (581).

Touchiroa
685 ? Vouarana Rich. mss. ed. DC. in Prodr. II, 1825, p. 520
= Vouarana guianensis Aubl. [DC.]

Trigonachras
686 acuta Radlk.* Cf. 38 (605).
687 cultrata Radlk.*† Cf. 610 (375, 628).

Trigonis
688 tomentosa Jacq., 1763
= Cupania americana Linn. (! Descr.)

Trigonocarpus
689 racemosus Vellozo, 1825
= Cupania racemosa Radlk. (! Ic.)

Tripha
690 sp. Noronha, 1790, „Kihoè Javensib.“ („Cupania Plum.“ Hassk.)
= Mischocarpus sp.? Arytera sp.? Guioa sp.? Xerospermum sp.?

Valentinia
691 sp. Zipp. Hb. ed. Bl., 1847
= Elattostachys Zippeliana Radlk. Cf. 287 etc.

Vouarana
692 guianensis Aubl., 1775! Cf. 36, 281, *317*, 391, 495, 685.

Zygolepis
693 rufescens Turcz., 1848, coll. Cuming n. 1761
= Arytera rufescens Radlk.!* Cf. 583.

Zusätze.

Die folgenden Zusätze, welche die Art-Uebersichten der mehrgliederigen Cupanieengattungen und in diesem Rahmen zugleich die kurze Charakteristik der neuen Arten enthalten, sowie im Anschlusse hieran Bemerkungen kritischer und geschichtlicher Art, halten für die Gattungen die alphabetische Reihenfolge der Tabelle ein, so dass specielle Hinweise auf sie in der Tabelle entbehrlich erschienen.

Die auf einzelne Arten bezüglichen Zusätze sind den Art-Uebersichten entsprechend geordnet.

Bemerkungen, welche sich auf die Synonyme einer Art beziehen, finden bei dieser selbst ihren Platz. Die betreffenden Synonyme sind übrigens nicht selbst auch in den Art-Uebersichten aufgeführt (ausser wo es sich um die Andeutung ihrer näheren Beziehung zu bestimmten Materialien handelte). Ihre Aufführung in diesen Uebersichten wäre wesentlich nur eine Wiederholung der Tabelle selbst in anderer Form gewesen, für welche hier nicht Raum war. Es sind sonach die Synonyme in der Tabelle nachzusehen, in welcher auf dieselben bei jeder der angenommenen Arten durch Anführung der entsprechenden laufenden Nummern hingewiesen ist (s. ob. p. 505).

Wenn ein Zusatz ausser der an der Reihe stehenden zugleich eine andere ferner stehende Art behandelt, so ist darauf unter dem Namen dieser in einem besonderen Zusatze verwiesen, wenigstens bei artenreichen Gattungen.

Betreffs der Standorte ist in den Uebersichten nur das Wesentlichste, und von Materialien sind hauptsächlich die bekannter, nummerirter Sammlungen angeführt. Dass ich die angeführten Materialien, wo nicht anderes direct hervorgehoben ist, selbst gesehen habe, bedarf kaum der Erwähnung. In wichtigeren Fällen gibt über die Autopsie derselben die Tabelle bestimmten Aufschluss (s. die Vorbemerkungen zu dieser). Erwähnenswerth ist noch, dass ich die den neucaledonischen Pflanzen von Pancher beigefügten Citate „Mus. Néocaled. no. . . .“ oder „Vieillard no. . . .“ nur zur Kennzeichnung der von Pancher selbst herrührenden Pflanzen angeführt habe. Die Citate selbst scheinen häufig auf mangelhafter Vergleichung zu beruhen. Für das Citat „Vieillard no. . . . .“ konnte ich das gelegentlich constatiren, in welchem Falle ich natürlich das Citat mit Stillschweigen überging. Etwaiges Bestimmen der Pflanzen blos nach den Nummern erscheint also, wie immer, so namentlich hier nicht rathsam. Besondere Vorsicht ist auch rücksichtlich der Nummern von Schomburgk am Platze, da es mir bei den unvollständigen Angaben in den verschiedenen Herbarien nicht möglich war, dieselben nach den Sammlungen von Robert und Richard Schomburgk auszuscheiden.

In der Namengebung bin ich den Regeln von De Candolle und dessen späteren Bemerkungen dazu (Bull. Soc. bot. de France, 1869, p. 64 etc.; Bull. Soc. bot. de Bélgique, 1876, p. 477 etc.) gefolgt, und zwar aus schon früher angegebenem Grunde (s. d. Abh. über *Sapindus* etc. p. 367) auch da, wo ich (wie an der eben erwähnten Stelle dargelegt ist) abweichender und wesentlich derselben Meinung bin, wie sie in neuester Zeit von Bentham wiederum ausgesprochen worden ist (s. den Bericht darüber in Trimen Journ. Bot., 1879, p. 45). Für die neucaledonischen Arten habe ich die mehrfach und namentlich von Pancher den

Pflanzen beigesetzten Namen als nicht publicirt angesehen, einestheils weil sie in der That nicht wirklich publicirt zu sein scheinen, anderntheils weil sie nur zur Vermehrung der Synonymie Veranlassung gegeben hätten. Doch habe ich gelegentlich einen oder den anderen der betreffenden Artbeinamen adoptirt.

Von Vulgärnamen habe ich in der Regel nur die noch nicht publicirten angeführt.

Endlich mag noch der Angaben über das Vorkommen von Hypoderm und von durchsichtigen Punkten in den Blättern erläuternd gedacht sein.

Als Hypoderm habe ich jede zwischen die Epidermis und das Pallisadengewebe (Staurenchyma) an der oberen Blattseite eingeschaltete Zellschicht bezeichnet, welche in der Gestalt ihrer Zellen oder in der Beschaffenheit von deren Wandungen oder Inhalt (oder in mehreren dieser Stücke) von dem darüber oder darunter gelegenen Gewebe erhebliche Abweichung zeigt. Besteht diese Abweichung gegenüber dem eigentlichen, gewöhnlich mit gerbstoffartigem, durch das Trocknen dunkelbraun gewordenem Inhalte erfüllten Pallisadengewebe wesentlich nur in einer Verkürzung der Zellen, so kommen gelegentlich Uebergänge in normales Pallisadengewebe vor und das Hypoderm scheint dann bei ein und derselben Pflanze bald vorhanden zu sein, bald zu fehlen. Ich habe auf dieses Verhältniss in den wesentlicheren der betreffenden Fälle dadurch hingedeutet, dass ich die in Rede stehende Gewebschichte als Hypoderma spurium bezeichnete.

Das Vorkommen durchsichtiger Punkte oder Linien, welches hier überall auf der Anwesenheit besonderer Zellen mit harzartigem oder gummiharzartigem (an der lebenden Pflanze milchsaftartig erscheinendem) Inhalte

beruht[9]), ist auch dann hervorgehoben, wenn dieselben an ausgewachsenen, beträchtlich dick und für das Licht undurchgängig gewordenen Blättern nicht unmittelbar unter der Lupe zu sehen sind, falls nur ihr Vorhandensein überhaupt sich nachweisen liess. Zu einem solchen Nachweise genügt es meist, das überdeckende Gewebe an der unteren (seltener an der oberen) Blattseite durch Schneiden oder Schaben zu entfernen und so dem Lichte den Weg zu bahnen. In anderen Fällen ist die mikroskopische Untersuchung an Flächen- und Querschnitten zu Hilfe zu nehmen. Auch ein Durchsichtigmachen des Blattes durch chemische Einwirkungen führt zum Ziele.

1—3: Zusätze zur Gattung Arytera.

1. Uebersicht der Arten von

Arytera Bl.

Sectio I. Euarytera: Fructus insigniter coccato-lobatus, lobis 2—3 divaricatis (fere ut in Nepheliis), endocarpio sclerenchymatico tenuiore.

× Stylus germine longior, filiformis, plerumque spiraliter tortus, supra medium lineis stigmatosis 2—3 suturalibus notatus, apice interdum breviter 2—3-lobus; folia 2—3-juga (raro depauperata), foveolata, nervis lateralibus sat validis, parallelis, sat approximatis, subtus aequaliter prominentibus

+ Discus glaber; endocarpium totum tomentosum;

---

9) Von anderen Verhältnissen, welche das Auftreten durchsichtiger Punkte und Linien an den Blättern bedingen können, war einerseits schon in meiner Monographie von *Serjania* die Rede (p. 99), andererseits ist davon in dem Folgenden (Zusatz 21, im Anschlusse an die Erörterungen über *Dysoxylum ptychocarpum,* und Zusatz 28, unter *Placodiscus leptostachys)* Erwähnung geschehen.

flores insignius pedicellati; arillus duas tertias seminis obtegens

1) A. brachyphylla Radlk.: Foliola (2—)4, breviter elliptica vel inferiora suborbicularia, breviter acuminata; fructus cocci obovoidei, pilis brevibus adpressis laxe adspersi. Novo-Guinea, ad flumen Fly-River: D'Albertis (ao. 1877; Hb. Florent.).

+ + Discus glaber; endocarpium margine tomentosum; flores insignius pedicellati; arillus semen totum obtegens

* Rami fusco-tomentelli, cortice subfusco; folia plerumque 3-juga, fuscescentia; fructus cocci ellipsoidei

2) A. rufescens Radlk.: Foliola elliptica, membranaceo-coriacea, juniora siccitate livescentia; flores densius rufescenti-tomentosi. Ins. philippin.: Cuming n. 1761.

3) A. litoralis Bl.: Foliola ovato-, elliptico- vel lanceolato-oblonga, siccitate fuscescentia, subcoriacea. Moulmein: Wallich Cat. n. 8044,a (Sapindus adenophyll.); Tenasserim: Helfer n. 989; Malacca: Maingay n. 439; Griffith; ins. Nicobar.: Jelinek n. 129 (Exped. Novar. n. 178, Hb. Vindob.); Sumatra; Java: Horsfield; Zollinger n. 933 Z (Hb. Par.); Celebes: Riedel; Beccari it. sec. n. 1; ins. Buton et Buru: Labillardière.

4) A. angustifolia Radlk.: Foliola anguste lanceolata, margine undulata; fructus minores. Karimon-Java; Sumatra: Teysmann (Hb. Bogor. n. 610, partim; cf. Sap. Ind. bat. p. 92).

** Rami ochraceo-puberuli, cortice albicante; folia 2—3-juga, raro 1-juga, viridia; fructus cocci breviter ellipsoidei vel subglobosi

5) A. divaricata F. Müll.: Foliola ex ovali obovata, oblonga vel oblongo-lanceolata, nervis lateralibus patulis, dein prope marginem adscendentibus; fructus

juniores pulverulento-puberuli, maturi glabrati. Australia orientalis.

+ + + Discus tomentosus; endocarpium glabrum, epicarpium lanoso-tomentosum; flores subsessiles; rami, petioli nec non inflorescentiae ferrugineo-lanoso-tomentosi

6) A. foveolata F. Müll.: Foliola 4—6, integerrima vel subsinuata, subtus subglabra, foveolata. — Australia orientalis.

7) A. Leichhardtii Radlk.: Foliola circ. 6, subdentata, subtus ad nervos ferrugineo-tomentosa, minutim foveolata. — Australia orientalis.

× × Stylus brevissimus, stigmata 2, dorso carpellorum respondentia, intus stigmatosa, stylo longiora, circinatim recurvata; discus glaber; folia 1-juga

8) A. distylis Radlk.: Foliola lanceolata, subtus ad medium plerumque foveola 1 magna urceolata notata; nervi laterales valde inaequales, inferiores longiores rectiuscule adscendentes, intermedii arcuato-adscendentes, superiores patuli; endocarpium praesertim margine tomentosum. — Australia orientalis.

9) A. microphylla Radlk.: Foliola parva, ex ovali subelliptica, obtusa vel subemarginata, basi acuta, efoveolata, leptoneura; endocarpium totum tomentosum. — Australia orientalis.

× × × Stylus basi incrassatus, germen subaequans, trisulcatus, adpresse pubescens; stigma parvum, trilobum, lobis dorso carpellorum respondentibus; endocarpium totum tomentosum; arillus semen totum obtegens; folia 2-juga; foliola hypodermate instructa, leptoneura, efoveolata

10) A. chartacea Radlk.: Foliola chartacea, breviuscule petiolulata; discus crenulatus, totus adpresse puberulus.—

Novo-Caledonia: Pancher „Mus. Néocal. n. 610"; Balansa n. 147 (pr. Nouméa), n. 1442 (pr. Bourail).

11) A. pachyphylla Radlk.: Foliola crasse coriacea, longiuscule petiolulata; discus 5-lobus, lobis apice puberulis. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 690 (Fort de France); Deplanche n. 280, 447; Vieillard n. 247 (Port de France); Pancher „Mus. Néocal. n. 215"; id. n. 778 (coll. lignor. LXXIX, ins. Pinor.); Balansa n. 148 (pr. Nouméa).

Sectio II. Xylarytera: Fructus vix lobatus, trigono-pyriformis, endocarpio sclerenchymatico crassiore sublignoso (ut in Toechimate vel Synimate), toto tomentoso.

12) A. O'Shanesiana Radlk.: Foliola 4—10, obovata, glabriuscula, nervis lateralibus sat validis, aequalibus, subtus prominentibus; arillus semen totum obtegens. — Australia orientalis.

Sectio III. Azarytera: Fructus 2-locularis, obcordatus obovatusve, (junior certe) dense lepidotus (ut et reliquae partes, praesertim juniores), endocarpio sclerenchymatico sat crasso.

× Fructus obcordatus vel obcordato-bilobus, lobis saepius a dorso compressis (ut in generis „Alectryon" Sectione „Plagialectryon"), vix apiculatus, lepidibus albicantibus pilisque laxius adspersus, denique subglaber; folia 1—2-juga

13) A. arcuata Radlk.: Foliola rigide coriacea, hypodermate instructa, ovalia vel oblonga, in petiolulos attenuata, supra viridia, subtus subfusca, juniora utrinque albido-lepidota, adulta glabrata, margine undulata, subrevoluta, paucinervia, nervis (lateralibus) sat validis longius ante marginem arcuato-anastomosantibus. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 689; Pancher n. 149; id. 734 (coll. lignor. LXXVII); Balansa n. 150, 151 (pr. Nouméa), n. 2264, 2264a (ins. Lifu).

× × Fructus e truncato-obovato cuneatus, apiculatus, dense ferrugineo-lepidotus, junior pilosus; folia 3—5-juga.

14. A. lepidota Radlk.: Foliola 4—8, coriacea (hypodermate nullo), elliptico-oblonga vel lanceolata, obtusa vel subacuta, in petiolulos abruptius vel sensim attenuata, juniora utrinque, adulta subtus ferrugineo-lepidota, supra viridia, pachyneura, nervis (lateralibus) patulis, dein prope marginem adscendentibus. — Novo-Caledonia: Baudouin (Pancher?) n. 134 A (Hb. Franquev.); Vieillard n. 205 (Mont Dore), n. 206 (St. Vincent); Pancher „Mus. Néocal. n. 222"; Balansa n. 1445 (pr. Bourail), n. 2841 (pr. la Conception).

15) A. Brackenridgei Radlk.: Foliola 8, subcoriacea, hypodermate instructa, ovato-lanceolata, obtuse acuminata, in petiolulos oblique attenuata, juniora lepidota, adulta plus minus decalvata, supra livescentia, subtus subfusca, leptoneura. — Ins. vitienses (Wilkes Exped.).

16) (Hic inserenda?) A.? oligolepis Radlk.: Foliola 10, membranacea, ovato-lanceolata, in acumen longum sensim angustata, lepidibus paucis supra subtusque praesertim juxta nervum medianum adspersa, utrinque viridia. (Flores et fructus ignoti.) — Ins. navigator. Upolu (Wilkes Exped.).

2. Die unter n. 2, 3 und 4 des vorigen Zusatzes aufgeführten Arten von *Arytera* stehen einander sehr nahe. *Arytera rufescens* dürfte sich wohl einmal ganz mit *Arytera litoralis* vereinigen lassen; das gegenwärtig davon vorliegende Material erschien mir aber als zu mangelhaft, um dieser Anschauung, gegenüber der Auffassung desselben als einer eigenartigen Pflanze durch Turczaninow, bestimmteren Ausdruck zu geben. *Arytera angustifolia* mag, wenn die geringe Kluft zwischen ihr und den schmalstblättrigen

Exemplaren der *Arytera litoralis* durch leicht vermuthbare Zwischenformen überbrückt sein wird, als eine blose Form der bei ihrer weiten Verbreitung mancherlei Nuancirung zeigenden *A. litoralis* sich darstellen.

3. Für *Arytera Leichhardtii* gibt Bentham (unter der Bezeichnung *Euphoria Leichhardtii* in Fl. Austr. I, p. 468) ganzrandige Blättchen und schuppenlose Blumenblätter an; ferner eine mit Knötchen besetzte (junge) Frucht („young fruit deeply divided into 3 globular lobes, very tomentose and tuberculate, but not seen fully formed"), durch welche die Pflanze nach einer Bemerkung zum Gattungscharakter von *Euphoria* hauptsächlich von den australischen Nephelien (d. i. Arten von *Alectryon* und *Arytera)* unterschieden sein soll. Das erstere erscheint nicht von Belang; die Angaben rücksichtlich der Blumenblätter und der Frucht fand ich an den von mir untersuchten Materialien des Herbariums in Kew nicht bestätiget, so dass ich darin ein Hinderniss für die Verbringung der Pflanze zu *Arytera* nicht erblicken kann. Was weiter die von Bentham aufgestellte „Var. *hebepetala* "betrifft, so finde ich an der betreffenden von Ferd. v. Müller in Bruchstücken erhaltenen Pflanze keine nennenswerthe Eigenthümlichkeit und kann deshalb der Meinung v. Müller's (Fragm. IX, 1875, p. 99), dass die genannte Varietät vielleicht eine besondere Art darstelle, nicht beipflichten; ich erachte vielmehr auch ihre Unterscheidung als Varietät für unhaltbar.

4—19: Zusätze zur Gattung Cupania.

4. Uebersicht der Arten von

Cupania L.

Sectio I. Trigonis (Genus Trigonis Jacq.; Sectio Trigonis et Odontaria DC.; Sectio „Trigonocarpus DC.", sphal-

mate, Bl. Rumphia III, p. 158 in annot.): Capsula latisepta, subgloboso-, turbinato- vel pyriformi-trigona vel -triangularis.

× Capsula subgloboso-trigona (breviter stipitata, extus velutino-tomentosa, intus tomentosa; discus tomentosus; foliola serrato-dentata, subtus hirsuto-tomentosa nec non papillosa)

1) C. americana L. — Mexico? (t. Schlechtend. & Chamisso in Linnaea VI, 1831, p. 419, coll. Schiede & Deppe n. 1293; specimen non vidi); Cuba: Ramon n. 55, 336; de la Ossa (vulgo „Guara"); Poeppig; C. Wright n. 108, 1166; Rugel n. 78 c; S. Domingo: Plumier, resp. Surian Hb. n. 934; Swartz; Poiteau; Schomburgk n. 110; Martinica: Belanger n. 312, 1008; S. Lucia: Anderson (C. saponarioides Sw. quoad flor. et fruct.); Trinidad: Ryan; Lockhead; Venezuela: Fendler n. 164; Karsten; Novo-Granata?: Triana (t. Tr. & Planch. in Ann. Sc. nat. XVIII, 1862, p. 373; specimen non vidi).

× × Capsula turbinato-triangularis (longius breviusve stipitata)

+ Capsula extus et intus tomentosa; discus tomentosus

* Foliola subtus papillosa (serrato-dentata)

2) C. papillosa Radlk.: Rami tomentosi; foliola 6—10, oblonga, basi angustata, subtus in nervis venisque pilis setulosis hirsuto-tomentosa, inter venas papillosa; fructus junior dense, maturus laxius et subfloccose tomentosus, sarcocarpio densius radiatim sclerenchymatico. — Novo-Granata: Triana („C. glabra?", non Sw., Tr. & Pl., 1862); Karsten; Holton 818.

* * Foliola epapillosa

○ Foliola serrato-dentata

§ Foliola subtus pilis brevibus asperula glandulisque minutis adspersa

3) C. **latifolia** Kunth: Foliola late obovato-oblonga, basi subcuneata, aequaliter serrata; rudimentum pistilli dense villoso-tomentosum. (Fructus ignotus.) — Novo-Granata: Humb. & Bonpl. n. 1590 (m. Majo 1801); Peruvia: Ruiz & Pav. („Lengua de Vaca"; Hb. Webb, Boiss.).

§ § Foliola subtus tomento denso (pilis creberrimis nervis venisque insidentibus parenchyma obtegentibus effecto) induta, eglandulosa

4) C. **cinerea** Poepp.: Foliola discoloria, supra fuscescentia, subtus cinereo-tomentosa; testa seminis denique in valvas duas laterales fissa, embryonem emittens, ipsa in fructu aperto remanens (Spruce). — Peruvia: Poeppig n. 3096, D. 2338; Spruce n. 4412; Novo-Granata: Humb. & Bonpl. n. 1801 (C. tomentosa, non Sw., Kunth); Panama: Duchassaing (C. alba Griseb.).

5) C. **castaneaefolia** Mart. (excl. syn. „Trigonocarpus racemosus Vell.?"): Foliola concoloria, utrinque (siccitate) fuscidula. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Mato Grossò: Manso (= Mart. Hb. Fl. bras. n. 489); Riedel 674.

○ ○ Foliola subintegerrima vel repando-dentata, margine subrevoluta

6) C. **triquetra** A. Rich.: Foliola ex obovato cuneata, subtus tomentella; capsula acute triangularis, breviter tomentosa. — S. Domingo: Poiteau; Porto-Rico: Riedlé; S. Jean: L. Cl. Richard; S. Thomas: Oersted; Guadalupa: Bertero (C. tomentosa, non Sw., DC. Prodr. part.); Forsström (C. tomentosa, non Sw., Wickström Flor. Guadal. in Vetensk. Akad. Handl. 1828); Duchassaing (C. americana, non L., Griseb. Veg. Caraib. 1857); Martinica: Hahn n. 638.

+ + Capsula extus pilosa, intus glabra; discus pilosulus, fructifer subglaber

7) C. spectabilis Radlk.: Rami hirsuti, ferruginei; foliola 10—12, lanceolata, acuta, subcoriacea, aequaliter serrata, multinervia, 8—12 cm longa, 2,5—3,5 cm lata; fructus valvulae praesertim margine tenuiores, subchartaceae. — Mexico: Liebmann n. 16,17.

+ + + Capsula extus et intus glabra; discus puberulus, fructifer glabrescens

* Foliola subtus non foveolata

8) C. glabra Sw. Frutex, arbor mediocris vel excelsa (Wullschlaegel, C. excelsa Kunth); foliola nunc utrinque glabra, nunc subtus plus minus pubescentia (C excelsa Kunth, Stadmannia Frazeri Lind.), nunc obovato-oblonga, majora et pauciora, nunc anguste oblonga, minora et plura (C. multijuga A. Rich.); capsula plerumque 3-locularis, interdum 2-locularis vel 4-locularis, spadicea. — Mexico: Humboldt (C. excelsa Kunth); Linden (Stadmannia Frazeri Lind.); Cuba: Poeppig; Ramon n. 122, 343; C. Wright n. 105, 1165, 1586, 2166; Rugel n. 78, 78 a; Jamaica: Dr. Wright („Guara", ex Hb. Banks comm. c. Hb. Delese.); Macfadyen (Hb. Hook.); Wullschlaegel n. 793.

* * Foliola subtus foveolata

9) C. dentata Moc. & Sess. ed. DC.: Capsula 3-, rarius 4-locularis, nigro-fusca. — Mexico: Moc. & Sesse? Née? (Hb. Pavon); Schiede & Deppe n. 210, 1294 (C. scrobiculata, non „Kunth" nec alior., Schlecht. & Chamisso in Linnaea VI, 1831, p. 419, excl. cit. C. glabra Willd. Hb. n. 7255); Lay & Collie („C. scrobic. Kunth, Schlecht." Hook. & Arn. Beech. Voy., 1841); Liebmann n.15; Nicaragua: C. Wright (Ringgold & Roger's Exped.).

× × × Capsula pyriformi- vel subclavato-trigona, junior varie tecta, matura plerumque glabrata, intus tomentoso-pilosa (nec non glandulosa in C. oblongifolia); discus glaber

10) C. zanthoxyloides Camb.: Foliola ovalia, basi angustata, repando-dentata, subtus undique pilis setulosis crispatis glandulisque crebris obsita, fusco-tomentosa; capsula subclavata, denique glàbrata, nigro-fusca. — Bras. prov. S. Paulo: St. Hil.; Burchell n. 4681—24, 4771—2, 4094, 4567 part. (cfr. C. emargin.); prov. Min. Ger.: Lindberg n. 244; Regnell II. 38; id.II, 43 a, b, c, d.

11) C. vernalis Camb.: Foliola oblonga, serrato-dentata, subtus pubescentia glandulisque obsita vel subglabra; capsula obovoideo- vel pyriformi-trigona, breviter tomentosa vel glabra, sarcocarpio siccitate tuberculato-rugoso.

Forma 1. genuina: Foliola tenuiora, pubescentia vel glabrata, levius obtuse dentata. — Paragay: Balansa n. 2473; Urugay: St. Hil. (Banda oriental del Urugay, vulgo „Cambuata"; cfr. C. racemosa); Bras. prov. Rio Grande do Sul: Fox; Tweedie (huc? C. uraguensis W. Hook. & Arn.; specimen deest in Hb. Hook.); prov. S. Paulo: Martius („Guavatan" incol.); St. Hil.; Riedel n. 1980; Mosén n. 3826; Severin n. 116 (Hb. Holm.); prov. Min. Ger.: Claussen n. 518, 663; Regnell III, 1753; loco accuratius non indic.: Pohl n. 226, 760; Helmreichen n. 102; Sello n. 3753.

Forma 2. clethrodes (Cupania c. Mart.): Foliola rigidiora, subglabra, profundius dentata; pericarpium crassius. — Paragay: Balansa n. 2472; Bras. prov. Min. Ger.: Martius; Regnell III, 357; III, 357 a, b; III, 357$^{\times}$; Warming („vulgo Camboata s. Cambotá con folhas grandes"); loco non indic.: Sello d, 1132. Huc Stadmannia sorbifolia Linden (e Bras. prov. S. Catharina ?).

12) C. oblongifolia Mart.: Foliola obovata, basi cuneata, apice paucidentata vel subintegerrima, margine subrevoluta, glabra nec nisi pilis minutis glandulisque subtus

adspersa; capsula pyriformi-trigona, glabra, endocarpio glanduligero.

Forma 1. genuina: Foliola chartacea, apice denticulata, subtus in axillis nervorum conspicue foveolata; bracteaee ubulatae; flores minores. — Bras. prov. Rio de Jan.: Martius; Ackermann (Hb. Mart.); Schüch n. 928; Pohl n. 169; Lhotsky n. 14; Guillemin n. 995; Riedel n. 517; Raddi; Glaziou n. 2518; prov. Mato-Grosso pr. Cujaba: Manso (= Mart. Hb. Fl. bras. n. 247; an locus recte indicatus?); loco non indic.: Sello n. 752.

Forma 2. anacardiaefolia (Cupania a. Gardn.): Foliola coriacea, subintegerrima, obscurius foveolata; bracteae oblongae; flores majores. — Bras. prov. Rio de Jan.: Gardner n. 342; Glaziou n. 7564; prov. S. Paulo: Burchell n. 4796; Mosén n. 3679.

Sectio II. Trilobis: Capsula septis angustioribus triquetro-trilobata, lobis obtusiusculis, nunc medio nunc superne latioribus, extus et intus tomentosa vel pilosa, in una specie (C. guatemalensi) intus glandulis tantum ornata.

× Capsula vix vel ne vix stipitata, lobis semiorbicularibus, tumidis vel compressiusculis

\+ Capsula extus et intus tomentosa; discus tomentosus

13) C. sylvatica Seem.: Foliola elliptico-oblonga, utrinque acuta vel apice breviter acuminata, inferiora minora, ovata, brevius acuminata, membranacea, subtus scabra, eglandulosa, lineolis pellucidis multiramosis notata. — Panama: Seemann n. 642; Sutton Hayes n. 115.

\+ + Capsula extus varie tecta, intus pilosiuscula vel glandulis tantum obsita (in C. guatemalensi); discus glaber

* Capsula sublignosa

14) C. fulvida Tr. & Pl.: Foliola obovato-oblonga, nervis excurrentibus (apice fasciculo pilorum ornatis) denticu-

lata, membranaceo-coriacea, subtus subhirsuta, sat dense glandulosa. (Fructus ignotus.) — Panama: Sutton Hayes n. 607.

15) C. rufescens Tr. & Pl. — Foliola oblonga vel (in specimine Karsteniano) obovato-oblonga, subhirsuta, rigide papyraceo-coriacea, subtus sat hirsuta, subeglandulosa; fructus dense piloso-tomentosus, late triquetro-turbinatus, in stipitem brevem abrupte contractus, valvis late orbiculatis intus pilosulis. — Novo-Granata, prov. Bogotá: Goudot; Karsten (ad Gaduas; Hb. Vindob.).

* * Capsula chartacea, intus glandulosa

16) C. guatemalensis Radlk.: Foliola 6—10, oblongo-lanceolata, subdentata, subtus (fructusque) dense molliter pubescentia, eglandulosa. — Guatemala: Kegel n. 12771 (Paullinia g. Turcz.); Friedrichsthal n. 1189; Nicaragua & Costa-Rica: Oersted; Panama: Mor. Wagner (Hb. Monac.).

* * * Capsula submembranacea

17) C. tenuivalvis Radlk.: Foliola 10—20, minora, plerumque 4—6, rarius 8 cm longa, oblongo-lanceolata, supra medium subargute serrato-dentata, subtus pube laxa adspersa, eglandulosa, obscurius pellucide punctata; fructus lobi obtusi, extus pube laxa, intus pilis brevibus singulis adspersi. — Bras. prov. Min. Ger.: Martius; Warming (Lagoa Santa); loco non indicato: Sello n. 1821; Schott. n. 719.

× × Capsula turbinata, in stipitem brevem attenuata, extus et intus tomentosa

\+ Discus tomentosus

18) C. diphylla Vahl: Foliola plerumque 2, rarius 4, subelliptica, ovalia vel obovata, interdum perlata, apice obtuse subacuminata, rotundata vel emarginata, subtus subfusca et plus minus breviter hirtello-pubescentia; fructus fusco-tomentosus. — India occidentalis: von Rohr;

Guiana gallica: Gabriel; L. Cl. Richard; Patris; Leprieur n. 326, 336; Bras. prov. Pará: Burchell n. 9426, 9721—2, 9978; Martius; Riedel n. 1557; Newmann; Spruce n. 293 (Santarem); prov. Maranhão: Don n. 30.

+ + Discus glaber

* Foliola obtusata vel breviter et obtuse acuminata

O Foliola subtus tomentosa

19) C. paniculata Camb.: Foliola 6—10, ovalia vel oblonga, repando-dentata, coriacea, subtus pilis setulosis hirsuto-tomentosa, eglandulosa, supra laevia; bracteae subulatae; fructus dense tomentosus. — Bras. prov. Min. Ger.: Claussen n. 512, 644, sine no. (Sapindus rufescens Turcz.); Pohl n. 227 etc.

20) C. rugosa Radlk.: Rami 1 cm crassi, profunde sulcati, tomentosi; foliola 5—9, late oblonga vel superiora obovata, margine subrepanda, revoluta, coriacea, subtus pilis setulosis aliisque tenuioribus complanatis villoso-tomentosa, glandulis adspersa, bullato-rugosa, circ. 13 cm longa, 6 cm lata; bracteae majores, oblongae, 3—5 mm longae, 1,5—2,5 mm latae, tomentosae; flores paniculati, pedicellati, majores; fructus (junior tantum visus) hirsuto-tomentosus. (Vix mera Cup. paniculatae forma.) — Bras. prov. Bahia: Blanchet n. 38, 2353. (Huc et St. Hil. C, 458, Min. Ger.?)

O O Foliola subtus pilis brevibus glandulisque adspersa, puberula vel glabrata

21) C. bracteosa Radlk.: Rami circ. 8 mm crassi, profunde sulcati, breviter tomentosi; foliola 2—8, obovata, magna, 16—20 cm longa, 6—9 cm lata, inferiora minora, late ovalia, breviter petiolulata, integerrima, subcoriacea, saepius bullata, subtus puberula; bracteae magnae, 4—6 mm longae, 2—3 mm latae, sericeo-tomentosae; flores inter majores, calyce sericeo-tomentoso; germen trilobum, dense tomentosum. (Fructus ignotus.) —

Bras. prov. Bahia: Luschnath (Ilheos; Hb. Mart.); Princ., Neu-Wied (Porto-Seguro; Hb. Mart.); Riedel „S" (Hb. Petrop.).

22) C. rigida Radlk.: Rami 4—6 mm crassi; foliola 6—11, ovalia vel oblonga, repando-dentata, rigide chartaceo-coriacea, longiuscule petiolulata, 8—14 cm longa, 4—6 cm lata, nervis validis subtus acute prominentibus patulis instructa, glabrata; bracteae oblongae, sat magnae, 3—4 mm longae; flores inter majores, in paniculam amplam congesti, calyce sericeo-tomentoso; germen 3-sulcatum, adpresse tomentosum. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Bahia: Blanchet n. 201, 1570, 3591 (Jacobine, Moritiba).

* * Foliola acutissima

23) C. hispida Radlk.: Rami circ. 8 mm crassi, sulcati, densissime hirsuto-tomentosi; folia elongata, longe petiolata, petiolo rhachi adjecta 3—4 dm longo, hirsuto-tomentoso; foliola 8—14, lanceolata vel subovato-lanceolata, superiora 16—28 cm longa, 3,5—6 cm lata, basi acuta sessilia, apice acutissima, repando-serrata, serraturis apice fasciculo pilorum ornatis, supra subhirsuta, subtus dense hispido-pilosa nec non glandulosa, chartaceo-coriacea; paniculae ramosae, foliis multo breviores; flores mediocres, dense tomentosi; fructus inter minores, 1 cm longi, totidem lati, turbinato-trilobi, in stipitem brevem attenuati, extus hispido-tomentosi, intus subtomentoso-pilosi, pericarpio ad marginem valvularum tenuiore; semina obovoidea, usque ad tertiam partem arillo obducta. (Habitu ad C. fulvidam accedit.) — Bras. prov. Alto-Amazonas: Spruce n. 1455 (Barra; flor.); loco non indic.: Riedel „XX" (fruct.).

× × × Capsula subtricornis, extus et intus tomentosa vel hirsuta; discus glaber

\+ Foliola glabriuscula, subtus plerumque insigniter foveolata

24) C. scrobiculata L. Cl. Rich.: Rami (petiolique) pulverulento-puberuli, mox glabrati, sulcati, sulcis seriebus lenticellorum notatis; foliola plerumque 6—8, ovalia vel elliptico-oblonga oblongave, obtusiuscula, subacuta vel acuminata, superiora interdum subobovata, integerrima vel superne repando-dentata, glabriuscula, venosa, foveolata; fructus plus minus tricornis, velutino-tomentosus, intus dense lanoso-tomentosus, epicarpio plerumque siccitate transversim rugoso (interdum 4-locularis).

Forma 1. reticulata: Foliola ovalia vel oblonga, subintegerrima, obtusiuscula vel breviter obtuse acuminata. — Guiana gallica, batava et anglica: Leblond n. 63 (Hb. Deless.); Gabriel; L. Cl. Richard; Martin (Cup. reticulata Camb.); Leprieur n. 324; Sagot n. 82; Splitgerber n. 714 (Cup. retic. Splitg.); Wullschlaegel; Hostmann n. 1310 (Cup. porosa Miq.); Parker n. 194; Schomburgk n. 163, 196; Novo-Granata: Triana (Cup. triloba Tr. & Pl.).

Forma 2. guianensis: Foliola superne insignius repando-dentata, superiora subobovata. — Guiana batava: Hostmann n. 295 (Cup. g. Miq.; Ratonia sp. Turcz.).

Forma 3. frondosa: Foliola angustiora, sublanceolata, margine undulata et subserrata, acutiuscula vel longius et acutius acuminata. — Guiana gallica et batava: Poiteau; Kappler n. 1377; Bras. prov. Pará: Spruce (Cup. f. Benth,); id. n. 345, 485, 509, 734.

+ + Foliola subtus (nec non rami petiolique) hirsuta, efoveolata

25) C. hirsuta Radlk.: Rami 4—6 mm crassi, sulcati, petiolique dense hirsuto-tomentosi, tomento sordide subfusco; foliola 8—12, elliptico-oblonga, utrinque subacuta, vel superiora subobovata, inferiora ovalia, subsessilia, membranaceo-chartacea, subtus sordide hirsuta

glandulisque adspersa, fuscescentia, integerrima vel apice repando-dentata, 8—14 cm longa, 4—5,5 cm lata; paniculae foliis breviores; flores minores, tomentosi; fructus e turbinato-trilobo subtricornis, extus et intus hirsutus — Guiana anglica: Schomburgk n. 62, 877, 1393.

26) C. lanuginosa Sagot in sched.: Rami circ. 5 mm crassi petiolique dense hirsuto-tomentosi, tomento rufescenti; foliola 8—10, late oblonga, utrinque subacuta, breviter petiolulata, repando-serrata, membranaceo-chartacea, subtus rufescenti-hirsuta, eglandulosa, (sicca) pallide subfusca, plerumque 9—15 cm longa, 4,5—6 cm lata; paniculae breves; flores minores, hirtelli. (Fructus ignotus.) — Guiana gallica: Sagot n. 1214 (Karouany).

Sectio III. Tricoccocarpus: Capsula apice valde depresso tricoccato-triloba, lobis subglobosis vel obovoideis.

× Capsula usque ad medium tricoccato-triloba, coccis subglobosis, extus et intus tomentosa; discus glaber vel parce pilosus

27) C. rubiginosa Radlk.: Foliola subtus sat dense sufferugineo-tomentosa. (Insignis stomatibus majoribus orbicularibus.) — Indiae occid. ins. Monserat: Ryan (Hb. Hafn.); Guadalupa: Forsström (t. Wickström; specim. non vidi); Trinidad (t. Poiret; specim. vidi); Guiana anglica: Schomburgk n. 616, 730, 1105; Bras. prov. Pará: Martius; Spruce n. 1858, 1879.

× × Capsula ultra medium tricoccato-triloba, coccis obovoideis, extus et intus glabra; discus puberulus

28) C. macrophylla A. Rich.: Foliola glabriuscula. (Folia interdum producit simplicia.) — Mexico: Née? (Hb. Pavon, nunc Boiss.; specimen foliis simplicibus nec nisi obscure foveolatis); Thibaut (Hb. Par.); Liebmann n. 62; Wawra n. 21, 796; Cuba: Ramon n. 252, 417; de la Ossa: Humboldt (Hb. Willd. n. 7256); Poep.; C. Wright n. 2165; Rugel n. 260, 369; Otto n. 177.

Sectio IV. Trigonocarpus (Genus Trigonocarpus et Digonocarpus Vell., 1825): Capsula septis angustis trialato-triloba vel in una specie (C. emarginata) plerumque biloba, lobis (praesertim junioribus vel inanibus) a lateribus compressis alas mentientibus; discus glaber.

× Capsula (trilocularis) intus plus minus pilosa et dense glandulosa

\+ Foliola inciso-serrata, subtus furfuracea

29) C. furfuracea Radlk.: Rami profunde sulcati, juniores gemmaeque tomento lanoso nigro-fusco induti; foliola 11—13, anguste oblonga, subinciso-serrata, rigide coriacea, margine subrevoluta, supra glabra, subtus pilis teneris articulatis complanatis denique deciduis floccoso-furfuracea, stomatibus inter epidermidis cellulas pachydermicas convexas immersis; flores mediocres, dense lanoso-tomentosi; rudimentum germinis triquetrum, dense lanoso-tomentosum. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Rio de Jan.: Glaziou n. 2517. — (Habitu quodammodo similis C. vernali, sed germinis rudimentum sectionem IV. potius quam I. indicare videtur.)

\+ + Foliola serrato-dentata vel subintegerrima

* Foliola oblonga, subtus pubescentia; fructus latior quam altus

30) C. platycarpa Radlk.: Rami sulcati petiolique tomento brevi cano induti; foliola 6—8, oblonga, utrinque subacuta, supra medium remotiuscule serrato-denticulata, subcoriacea, supra in nervis subtus undique sat dense pubescentia, vix obscure foveolata, circ. 9 cm longa, 3 cm lata; fructus 2 cm longus, 3—3,5 cm latus, trialato-lobatus, in stipitem brevem abrupte contractus, extus tomentellus, intus villosus nec non glandulosus. — Bras. prov. Rio de Jan.: Netto.

* * Foliola ex oblongo lanceolata, subovalia vel ob-

ovata, glabriuscula; fructus altitudine latitudinem suam aequans vel superans

31) C. racemosa Radlk. (Trigonocarpus r. Vell.): Foliola quoad formam et magnitudinem valde variabilia, supra glabra, subtus pilis parvis laxe adspersa, obscurius insigniusve foveolata; fructus 2,5—3 cm longus, totidem latus, in stipitem longiorem attenuatus, extus tomentellus vel glabratus, intus pilis glandulisque dense obsitus.

Forma 1. genuina: Foliola plerumque majora, usque ad 13 cm longa, 5 cm lata, insignius serrato-dentata. — Bras. prov. Rio de Jan.: Glaziou 4207, 5777 (vulgo „Camboatá", cfr. C. vernalis); Netto; Pohl? (Hb. Vind.).

Form 2. subsinuata: Foliola plerumque minora, interdum 4 cm tantum longa, 1,5 cm lata, apice tantum vel vix apice dentata, vel subsinuata subintegerrimave. — Bras. prov. Rio de Jan.: Schott n. 718; Riedel n. 1072, 1287; Raddi; Gomez; Warming; Glaziou n. 127, 5776 (vulgo „Camboatá"); prov. Min. Ger.: Widgren n. 1180; prov. Bahia: Riedel n. 107 (Ilheos), R, D 798; Blanchet n. 59.

× × Capsula (bilocularis, raro trilocularis) intus et extus glabra

32) C. emarginata Camb., 1825 (Digonocarpus inflatus Vell., 1825). — Bras. prov. S. Paulo, Rio de Jan., Min. Ger., Goyaz et Bahia: Burchell 2885, 4567 part. (cfr. C. zanthoxyloides), 4599—2; Pohl n. 1859, 679; Sello n. 2216, 1024; Princ. Neu-Wied n. 51; Raben n. 956; Riedel (vulgo „Cageiro do mato"); Vauthier n. 19, 118; Claussen n. 40, 41; Casaretto n. 1280; Gardner n. 5404; Weddell n. 106, 524; Glaziou n. 2516 c, 7547, etc.

5. Die meisten Arten von *Cupania* besitzen an der Unterseite der Blättchen, es mögen dieselben zugleich behaart sein oder nicht, kurz gestielte kleine Drüsen, welche bei sorgfältiger Beobachtung gewöhnlich schon unter der Lupe wahrgenommen werden können. Sie pflegen reichlicher an den Nerven und Venen als zwischen diesen aufzutreten. Verhältnissmässig wenigen Arten fehlen sie ganz oder fast ganz. Nur diese Ausnahmsfälle sind in der vorhergehenden Charakteristik speciell hervorgehoben *(s. C. cinerea, castaneifolia, sylvatica, rufescens, guatemalensis, tenuivalvis, paniculata, lanuginosa)*. Ausgezeichnet sind diese Drüsen durch die Derbwandigkeit der Zellen ihres Köpfchens bei *C. fulvida.*

Aehnliche, aber derbere Drüsen, finden sich bei einigen Arten auf der Innenseite der Fruchtwandung (s. *C. oblongifolia, guatemalensis, platycarpa, racemosa*).

Wie die Drüsen, so sitzen auch die Haare der Blättchen vorzugsweise auf den Venen. Bei *C. cinerea* und *castaneaefolia* sind sie derart von dem Venennetze über die Maschenräume zwischen diesem hereingebogen, dass letztere dicht behaart, die Venen aber kahl zu sein scheinen, während das Umgekehrte der Fall ist.

Ausgezeichnet durch ihre Behaarung sind weiter noch *C. xanthoxyloides* und *C. furfuracea* (s. d. Uebers. n. 10 und 29).

Ausgezeichnet durch die Beschaffenheit der Spaltöffnungen ist *C. rubiginosa* und *C. furfuracea* (s. d. Uebers. n 27 und 29).

Ausgezeichnet durch die papillöse Beschaffenheit der Blattunterseite (ähnlich der gewisser *Guioa*-Arten, sowie der zu *Storthocalyx* und *Gongrodiscus* vereinigten Cupanieen — s. ob. p. 482) ist die am leichtesten hiedurch von der so oft, besonders im sterilen Zustande, mit ihr verwechselten *C. triquetra* zu unterscheidende *C. americana* und die ihr sehr nahe stehende *C. papillosa*, welche, wie durch die

Gestalt der Frucht, so besonders durch die anatomische Beschaffenheit des Pericarpes davon deutlich verschieden ist (s. d. Uebers. n. 1 und 2).

Mehrere Arten besitzen auf der Unterseite der Blättchen Grübchen (foveolae) in den Achseln der Seitennerven, welche aber nicht immer gleich deutlich ausgebildet sind. Deutlich sind dieselben in der Regel bei *C. dentata*, für welche dadurch die Verwechselung mit *Matayba scrobiculata* veranlasst wurde (s. d. Tab. n. 235), bei *C. scrobiculata* und *C. macrophylla*; nur theilweise bei *C. oblongifolia* und *C. racemosa*. Bei den übrigen Arten, bei denen sie sich noch finden, sind sie meist undeutlich und unbeständig, so dass ihnen ein diagnostischer Werth nicht eigentlich beigemessen werden kann.

Als Abweichungen von der normalen Blattbildung sind mir vorgekommen: Bildung eines echten Endblättchens bei einem cultivirten Exemplare von *C. glabra (Stadmannia Frazeri* Lind.) und Auftreten einfacher Blätter bei *C. macrophylla* (s. d. Uebers. n. 28).

6. Eine nähere geschichtlich-kritische Betrachtung verdient wegen der zahlreichen Missdeutungen, die sie erfahren hat, vor allem *C. americana*.

Cupania americana wurde von Linné in der ersten Ausgabe der Species Plant. (1753), und zwar in der Pentandria Monogynia nach den Angaben in Plumier Gen. (1703, p. 45) aufgestellt und später nach Plum. Ic. ed. J. Burm. tab. 110 (1757) von ihm und Anderen weiter interpretirt. In den beiden letztgenannten Werken ist das, was in Plumier's Manuscript und eigenhändiger Zeichnung über die Pflanze festgestellt ist, nur sehr unvollständig und theilweise entstellt zur Mittheilung gelangt. So geschieht der Behaarung der Blätter („folia . . . nervo costulisque satis frequentibus parallelis et obliquis ac villosis praedita" Plum. Mss.), des Vaterlandes „S. Domingo" und

des Vulgärnamens „Châtaignier" keine Erwähnung und die Fruchtfächer werden im Widerspruche mit Plumier's Handzeichnung als 2-samig dargestellt. Dazu kommen einige Ungenauigkeiten von Seite Plumier's selbst, welcher am Kelche der Pflanze nur die 3 äusseren Kelchblätter hervorhebt und die Zahl der Staubgefässe nur auf 5—6 angibt. So kam es dass Swartz (in Fl. Ind. occ., 1800) die Pflanze Plumier's, resp. die daraus hervorgegangene *Cupania americana* L., eher in der von ihm auf Jamaica gesammelten *C. glabra,* als in der von ihm auf S. Domingo unter dem Vulgärnamen „Châtaignier" kennen gelernten Pflanze, welche er in seinem Prodr. (1788) *Cupania tomentosa* genannt und ohne Zweifel richtig mit der in Originalien wohl nicht mehr vorhandenen *Trigonis tomentosa* Jacq. (1763) identificirt hatte, wieder erkennen zu sollen glaubte. Seine Annahme wurde massgebend für eine Reihe folgender Autoren, wie Willdenow (1799), Smith (in Rees Cyclop. X, 1804?), Poiret (1811), und erst De Candolle gab bei Aufführung der *C. tomentosa* Sw. im Prodr. (1824) der Frage Raum, ob nicht vielmehr zu ihr die Pflanze Plumier's, d. i. *C. americana* L., zu rechnen sei. Diese Frage beantwortet, so zu sagen, A. Richard (1845), indem er bei Beschreibung der *C. tomentosa* Sw. nach Exemplaren von Ramon aus Cuba die Bezeichnungen Plumier's und Linné's („Cupania castaneae folio etc.", „Cupania americana") schlechthin als dahin gehörige Synonyme anführt.[10]) Ob er etwa durch eine Vergleichung der ihm wohl zugänglich gewesenen handschriftlichen Mittheilungen Plumier's oder wodurch

10) A. Richard hat in dieser Beschreibung sehr deutlich bereits die lomatorrhize Beschaffenheit des Embryo hervorgehoben („radicula brevissima in cotyledonum commissura arcte aplicata" l. c. p. 289). Ebenso für seine *C. macrophylla* in der Beschreibung seiner damit zusammenfallenden *C. juglandifolia* („radicule très courte appliquée contre la commissure des cotylédons" l. c. p. 291).

er sonst dazu sich veranlasst sah, darüber gibt er keine Andeutung. Alsbald sehen wir nun auch den von Linné gegebenen Namen in sein Altersvorrecht vor dem von Swartz eintreten, zuerst bei Grisebach (Veg. d. Caraib., 1857), welcher unter *C. americana* L. als Synonym *C. tomentosa* Sw. anführt, wobei es hier als Nebensache erscheint, dass die von Duchassaing auf Guadeloupe gesammelte Pflanze, welche er dabei im Auge hat, zu einer ganz anderen und zwar leicht (s. d. Uebersicht und Zus. 5) zu unterscheidenden Art, zu *C. triquetra* A. Rich. nämlich (s. diese), gehört, ebenso wie 1828 von Wickström und 1824 von De Candolle als *C. tomentosa* Sw. bezeichnete Materialien Forsström's und Bertero's aus der gleichen Insel. Erst im Jahre 1862 wurde endlich durch Triana und Planchon unter ausdrücklichem Zurückgreifen auf die Manuscripte Plumier's für die Identificirung von *C. tomentosa* Sw. mit *C. americana* L. die wünschenswerthe Sicherheit gewonnen und mit Recht zugleich die Hiehergehörigkeit einer von Humboldt im Magdalena-Thale gesammelten und von Kunth als *C. tomentosa* Sw. bestimmten Pflanze in Frage gestellt. Dieselbe gehört zu *C. cinerea* Poepp. (s. diese), welche Art somit als dritte den schon genannten mit *C. americana* verwechselten Arten (*C. glabra, C. triquetra*) sich anreiht. Von der Beziehung der *C. latifolia* durch Sprengel und der *Molinaea cupanioides* durch Steudel auf *C. tomentosa* Sw. (s. d. Tabelle) mag hier abgesehen werden. Ebenso von der theilweise hieher gehörigen, schon in meiner Abhandlung über *Sapindus* (p. 403, 404) bereinigten *Cupania saponarioides* Sw.

Ich kann das Urtheil Triana und Planchon's über die Identität von *C. tomentosa* Sw. mit *C. americana* L. auf Grund eigener Einsichtnahme von dem Manuscripte Plumier's sowie auf Grund autoptischer Vergleichung der als Belegstücke zu Plumier's Mittheilungen anzusehenden Materialien in

dem Herbare von dessen Begleiter Surian (n. 934=Hb. Jussieu n. 11393 part.) mit Originalien von Swartz im Mus. Brit. und aus dem Hb. Holm. vollkommen bestätigen. Was dagegen die von Triana selbst im Magdalena-Thale gesammelte und als *C. americana* bestimmte Pflanze betrifft, so war mir die Autopsie derselben versagt. Unbekannt blieb mir ferner die von Schlechtendal und Chamisso hieher gerechnete, übrigens allerdings mit einer sicher zu *C. americana* gehörigen Pflanze aus S. Domingo im Hb. Willd., n. 7254, in Beziehung gesetzte Pflanze aus Mexico „Schiede & Deppe n. 1293“. Da mir die Pflanze in Materialien aus Neu-Granada und Mexico überhaupt nirgends zu Gesicht gekommen ist, so habe ich mich veranlasst gesehen, den betreffenden Vaterlandsangaben in der vorausgehenden Uebersicht ein Fragezeichen beizusetzen.

Bemerkungen über die Charakteristik der Pflanze sieh in Zusatz 5, über einen Vulgärnamen derselben in Zusatz 10, über ihre Verbreitung in Zusatz 18.

7. Bemerkungen über *C. papillosa* s. in Zusatz 5 und 10.

8. Von der eigenthümlichen Behaarung der *C. cinerea* und der ihr sehr nahe stehenden, je nach der Beschaffenheit der noch nicht bekannten Frucht vielleicht damit zu vereinigenden *C. castaneaefolia* war schon in Zus. 5 die Rede. Die hieher gehörige (bereits in Zus. 6 erwähnte) Pflanze von Humboldt und Bonpland, findet sich, wie hier hervorgehoben sein mag, nicht blos im Hb. Berol. sondern auch im Hb. generale zu Paris und zwar in einem ebenfalls mit der in der Uebersicht angegebenen Nummer 1801 bezeichneten, von Bonpland mitgetheilten Exemplare. Es war von Triana und Planchon, welche die Pflanze als im Pariser Herbare fehlend bezeichnen, nicht erkannt

worden, da Kunth die betreffende Nummer nicht erwähnt hat.

9. Für *C. triquetra*, welche von De Candolle, Wickström und Grisebach mit *C. americana* verwechselt worden ist (s. Zus. 6 u. d. Uebers.), hat schon Jussieu in seinem Herbare (n. 11394) bei den ältesten von dieser Pflanze mir bekannt gewordenen Materialien von Riedlé (1797—98?) aus Porto-Rico trefflich auf die mehr gerundeten und nicht gezähnten Blättchen als Unterschiede von der eigentlichen *C. americana* hingewiesen. A. Richard hat sie (1845) nach Fruchtexemplaren seines Vaters L. Cl. Richard aus S. Jean, welche nun im Hb. Franqueville sich befinden, entsprechend charakterisirt. Nicht fructificirte Materialien sind am leichtesten durch den Mangel der Papillen an der Blattunterseite von *C. americana* zu unterscheiden. Sie scheint die letztere auf mehreren Inseln Westindiens gleichsam zu vertreten. Nur aus S. Domingo und Martinique sind mir beide Arten bekannt geworden. Grisebach (Fl. Brit. W. Ind. Isl. p. 125) glaubte mit Unrecht in „*C. triquetra* Rich. Cub." die *C. fulva* Mart. (d. i. *C. paniculata* Camb.) sehen zu sollen, unter Hieherbeziehung von Pflanzen aus Guiana und Pernambuco, deren Sammler zwar nicht genannt sind, in denen aber auch so mit grösster Wahrscheinlichkeit eine abermals verschiedene, dritte Art, *C. rubiginosa* nämlich vermuthet werden kann. Die bei dieser Gelegenheit gemachte irrige Angabe über das Vorkommen der *C. triquetra* auf Cuba hat Grisebach selbst schon im Cat. Pl. Cub. p. 45 verbessert.

10. Für *C. glabra* ist vor allem hervorzuheben, dass sie nach dem Inhalte der bis jetzt gemachten Sammlungen von den 6 überhaupt aus den Antillen und speciell wieder von den 4 aus dem Bereiche der grossen Antillen bekannt

gewordenen Arten (*C. americana, triquetra, glabra* und *macrophylla*, wozu dann aus den kleinen Antillen noch *C. diphylla* und *rubiginosa* kommen) die einzige ist, welche auf Jamaica verbreitet erscheint. Darnach ist es wohl wahrscheinlich, dass Swartz das Richtige getroffen, als er (1788) die *Cupania arborea foliis oblongis* etc. von P. Browne, Hist. Jam., 1756, p. 178 (abweichend von J. Burman in Plum. Ic., 1757, welchem Lamarck, 1790, und Descourtilz, 1822, gefolgt sind) auf seine *C. glabra* bezog, und das Gleiche gilt von Lunan, welcher die von Gärtner (1791) unter der mit begründetem Zweifel gebrauchten Bezeichnung *C. americana* abgebildete Frucht einer Pflanze aus Jamaica zuerst (1814) zu *C. glabra* gerechnet zu haben scheint. Sowohl die Abbildung als die Beschreibung Gärtner's lassen erkennen, dass die betreffende Frucht kahl gewesen sei, da sie Gärtner ausdrücklich als „capsula fusco ferruginea" dem „fructus sericeus" Plumier's (Gärtner sagt auffälliger Weise „fructus sericeo albus") gegenüberstellt, und der Form nach erscheint sie nicht unähnlich einer Frucht von *C. glabra*, deren Kanten bei voller Reife, wie das gelegentlich sich findet, ihre Schärfe verloren haben. Die Wuchsverhältnisse und die Beschaffenheit des Holzes scheinen, wie aus den Angaben A. Richard's („Baum von 36—40 Fuss Höhe mit hartem Holze") im Vergleich mit denen P. Browne's („strauchartiger Baum von 12—14′ Höhe; Holz weich und unbrauchbar, woher der Name Loblolly-wood") hervorgeht, nicht immer die gleichen zu sein. Macfadyen gibt darüber keinen Aufschluss; er will die Pflanze nie gesehen haben, obwohl sie im Herbarium von Hooker von ihm (vielleicht aus späterer Zeit?) vorhanden ist. Noch kräftigeren Wuchs als auf Cuba scheint die Pflanze in Mexico zu erlangen, wenn ich anders mit der Hieherbeziehung von *C. excelsa* Kunth Recht habe. Derselbe scheint ihr übrigens auch auf

Jamaica nach der Bemerkung „arbor excelsa" auf Wullschlaegel's Etiquetten nicht immer zu fehlen.

Den Vulgärnamen „Guara" theilt die Pflanze mit *C. americana.* Die betreffenden von A. Richard publicirten Angaben Ramon's finden ihre Bestätigung in den oben (Sp. n. 1 und 8) mitgetheilten von De la Ossa und Dr. Wright.

Ausser aus Jamaica und Cuba ist mir die Pflanze nur noch aus Mexico, aus letzterem aber nur in den nicht fructificirten Materialien Humboldt's und Linden's (s. d. Uebers.) bekannt geworden.

Die Vaterlandsangabe „Hispaniola" bei Persoon und De Candolle (Prodr.) hat offenbar nur in der irrigen Hieherbeziehung der *C. americana* durch Swartz ihren Grund.

Die Angaben „Panama" und „Guiana" in Grisebach Fl. Brit. W. Ind. Isl. beruhen ebenso auf gänzlich unbegründeter Hieherrechnung von *C. laevigata* Seem., d. i. *Matayba glaberrima*, und *C. laevigata* Miq., d. i. *Matayba laevigata* und *opaca.*

Auch die Angabe „Mexico" beruht bei Grisebach a. a. O. auf einer falschen Voraussetzung, nämlich auf der Deutung von *Sapindus glabrescens* W. Hook. & Arn. (Bot. Beech. Voy. 1841) als *C. glabra*, während diese Pflanze nach Cas. De Candolle (Monogr. Meliac., 1878, p. 575) zu *Guarea fulva* Tr. & Pl. als var. *β mexicana* C. DC. gehört. Durch eine irrthümliche Hieherbeziehung einer Notiz über die Autopsie der in Bot. Beech. Voy. auf *Sapindus glabrescens* unmittelbar folgenden Pflanze, *Sapindus Drummondi* W. Hook. & Arn., bin ich dazu gekommen, in meiner Abhandlung über *Sapindus* p. 300 und 358 die Deutung Grisebach's als in Richtigkeit befunden anzugeben und der Pflanze das Zeichen der Autopsie „!" beizusetzen. Dieser Irrthum mag hier berichtiget sein.

Die Angaben Grisebach's zu *C. glabra* a. a. O. schliessen auch in einem anderen Theile noch eine Meliacee in sich, nämlich, wie in der Tabelle unter n. 112 erwähnt, March n. 251, eine *Guarea*, welche im Hb. Hook. eigenhändig von Grisebach als *C. glabra* bezeichnet ist, während nur March n. 249 wirklich dahin gehört. Dass auch *Cupania trachycarpa* Griseb. (Cat. Pl. Cub.) eine Meliacee ist, habe ich schon in meiner Abhandlung über *Sapindus* p. 311, n. 4 erwähnt, woselbst das Zeichen der Autopsie „!" aus Versehen weggeblieben ist. Ebenso ist die gleichfalls schon dort p. 324 berührte *Thouinia spec.* Griseb., coll. Kappler n. 2130 statt einer Sapindacee eine Meliacee, über die im Zusatze zu *Matayba arborescens* das Nähere zu finden ist.

Dass die von Triana und Planchon selbst nur fragweise als *C. glabra* bezeichnete Pflanze aus Neu-Granada eine andere Art, *C. papillosa*, sei, ist durch die Charakteristik dieser genügend dargethan.

Schon bei ihrer ersten Erwähnung durch Schlechtendal und Chamisso ist *C. glabra* Willd. Herb. n. 7255, specim. Humboldt., auf die nach derselben Pflanze Humboldt's aus Neu-Granada aufgestellte *C. scrobiculata* Kunth, d. i. *Matayba scrobiculata*, zurückgeführt, leider aber zugleich mit Materialien der *C. dentata* aus Mexico vermengt worden.

Wenn endlich Duchesne die *Paullinia Cupana* Kunth (*Paull. sorbilis* Mart.) vom Orinoco als *C. glabra* ansieht, so ist darüber kaum etwas anderes zu sagen, als dass das lediglich eine leichtfertige Deutung des Speciesbeinamens jener Pflanze zu sein scheint.

11. Wenn die Bemerkung von Lasègue (Mus. Deless. p. 322), dass die mexicanischen Pflanzen des Herb. Pavon von Mociño & Sesse herrühren, wenigstens theilweise

richtig ist, so mag sie für *Cupania dentata* zutreffen, da das Exemplar des Hb. Pavon eine ausserordentliche Uebereinstimmung mit der Abbildung der Fl. mexic. ined. von Moc. & Sesse zeigt, auf welche Abbildung De Candolle die Art basirt hat. Die Pflanze ist wiederholt mit *C. scrobiculata* Kunth, d. i. *Matayba scrobiculata* verwechselt worden. Sie steht sehr nahe der *C. glabra.*

12. Martius gibt als Standort von *C. oblongifolia* im Hb. Fl. bras. p. 147 n. 247 „Cujabà" an und hat auch bei einem Exemplare der Pflanze in seinem Herbare eigenhändig die Bemerkung eingetragen: „Prope Cujaba, Manso" bei einem anderen Exemplare derselben Pflanze aber die Angabe: „Rio de Janeiro, Ackermann". Da die Pflanze im übrigen nur aus der Provinz Rio de Janeiro vorliegt, so ist die erst erwähnte Angabe mit Vorsicht aufzunehmen. Es ist nicht undenkbar, dass dieselbe blos aus dem Gedächtniss niedergeschrieben und dabei eine Verwechselung von Manso und Ackermann (sowie der Orte, an welchen sie sammelten) mit untergelaufen sei.

Die beiden in der Uebersicht aufgeführten Formen sind durch mancherlei Uebergänge derart verbunden, dass eine Auffassung derselben als selbständiger Arten nicht zulässig erschien.

13. *C. fulvida* und *C. rufescens* scheinen mir einer Vereinigung entgegenzusehen, es müsste denn die zur Zeit noch unbekannte Frucht der für erstere die Grundlage bildenden Pflanze aus Panama wichtigere Unterschiede, als sie zur Zeit beobachtet sind, an die Hand geben. Von den gegenwärtig vorliegenden Materialien beider Arten steht das von Karsten in mancher Hinsicht vermittelnd zwischen den übrigen.

14. Wie aus dem unter *Cupania paniculata* angeführten Synonyme „*Sapindus rufescens* Turcz.“ im Vergleiche mit dem im vorigen Jahre über *Sapindus rufescens* und *trifoliatus* Turcz. in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 306 Bemerkten zu ersehen ist, sind mir durch die gütige Vermittlung des Herrn Dr. Batalin und das freundliche Entgegenkommen der Herren Dr. Pitra und Reinhardt die Belegstücke zu den Angaben Turczaninow's, über welche sich aus dem Inhalte anderer Herbarien volle Klarheit nicht gewinnen liess, nunmehr zugekommen. Indem ich den genannten Herren hiemit meinen besten Dank dafür abstatte, ergreife ich diese Gelegenheit, um besonders über das zu berichten, was sich zur Ausfüllung von Lücken in meinen früheren Mittheilungen aus der Durchsicht der in Rede stehenden Materialien entnehmen liess.

Es ist das Folgendes:

Ghisebreght n. 197, von Turczaninow in Bull. Mosc. 1859 p. 267 als *Serjania racemosa* Schum. zugleich mit der wenigstens theilweise dahin (theilweise aber zu *Serj. goniocarpa*) gehörigen Pflanze von Botteri n. 876 (sphalmate 576) bestimmt und darnach neben letzterer, jedoch mit der Bemerkung „specimen non vidi,“ unter der erstgenannten Art in meiner Monogr. Serj. p. 265, 266 aufgeführt, gehört nicht dahin, sondern mit dem anderen Theile von Botteri n. 876 zu *Serj. goniocarpa.*

Paullinia guatemalensis Turcz. l. c. 1859 p. 267, in der Monogr. Serj. p. 56 und 60 unter die aus der Gattung *Paullinia* auszuschliessenden Arten eingereiht, sieh oben unter *Cupania guatemalensis.*

Für *Schmidelia bahiensis* Turcz. l. c. 1858 p. 398, coll. Blanchet n. 2344 hat sich aus der Autopsie des betreffenden Originales die in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 312, 384 angeführte Deutung als *Connarus Blanchetii* Planch. vollkommen bestätiget.

Ebenso hat sich für „*Cupania e coll. Brasil. Claussent 1840*" Turcz. l. c. 1858 p. 405 die in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 345 fragweise versuchte Unterbringung bei *Talisia esculenta* als richtig herausgestellt.

Desgleichen erweist sich für „*Sapindus e Java aut Sumatra, Göring II n. 38*" Turcz. l. c. 1858 p. 404 („an *Nephelii* species?") die in meiner Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens p. 9 n. 13 und in der Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 304 n. 110 und p. 370 ausgesprochene Vermuthung, dass die Pflanze zu *Pometia* gehören möchte, als richtig. Sie ist, wie sich weiter zeigt, dem Formenkreise von *Pometia tomentosa* Teysm. & B. beizurechnen. Der Pflanze ist der bekannte Vulgärname „Lengsar" beigefügt.

Für seinen *Sapindus cinereus,* d. i. *Euphoria cinerea* (s. die Abh. üb. *Sapindus* etc. p. 299 n. 23), führt Turczaninow l. c. 1858 p. 403 aus der Sammlung von Cuming die Nummern 1131 und 1570 an. Letzere Nummer findet sich in der That auf einer von der Hand Turczaninow's herrührenden Etiquette seines Herbares — ob nur in Folge eines Schreibfehlers, der dann auch in die betreffende Literaturstelle übergegangen ist, muss ich dahin gestellt sein lassen. In anderen Herbarien finde ich bei Exemplaren der gleichen Pflanze die Nummern 1131 und 1587.

Für *Sapindus rufescens* Turcz. l. c. 1858 p. 404 ist der in der Tabelle gegebenen und in der Uebersicht unter *Cupania paniculata* Camb. wiederholten Deutung ausser dem eingangs dieses Zusatzes über die autoptische Untersuchung der Pflanze Gesagten nichts Wesentliches hinzuzufügen. Dasselbe gilt für mehrere andere auf Cupanieen bezügliche, in der Tabelle und in den Zusätzen berührte Aufstellungen Turczaninow's.

Sapindus trifoliatus Turcz. l. c. 1863 p. 586 (Genus novum *Dodonaearum* id. 1859 p. 268), coll. Schlim n. 133,

dessen Deutung, wie die der vorigen Art, in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. offen gelassen werden musste, weist sich nunmehr als *Billia columbiana* Tr. & Pl. aus, für welche die letztbezeichneten Autoren die Nummer 135 der Sammlung von Schlim anführen (Ann. Sc. nat. XVIII, 1862, p. 367). Ob in eine dieser Nummern und in welche etwa sich eine falsche Ziffer eingeschlichen habe, muss ich dahingestellt sein lassen.

Für *Otolepis nigrescens* Turcz. l. c. 1848 p. 573 und 1858 p. 406, coll. Cuming n. 1922 hat sich durch die Autopsie der betreffenden Pflanze die in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 329 vermuthete Uebereinstimmung mit Cuming n. 1127, d. i. *Otophora fruticosa* Bl., nunmehr als thatsächlich herausgestellt.

Durch die Autopsie bestätiget hat sich weiter die Deutung von *Thouinia? dicarpa* Turcz. l. c. 1863 p. 587 als *Hymenocardia lyrata* Tul. (s. die Abh. üb. *Sapindus* etc. p. 313 n. 29). Daneben finden sich im Hb. Turcz. auch Bruchstücke von *Hymenocardia acida* Tul., welche aber in der Beschreibung Turczaninow's nicht berücksichtiget erscheinen; sie stimmen überein mit den (übrigens unter abweichender Bestimmung) nach München gelangten Exemplaren der Sammlung von Schweinfurt n. 1310, 1338.

Lophozonia heterocarpa Turcz. l. c. 1858 p. 396 haben schon Bentham und Hooker (Genera I, 1862, p. 392) als zur Gattung *Fagus* gehörig bezeichnet. Es scheint mir *Fagus obliqua* Mirb. zu sein, mit der sie zusammenfällt.

Endlich mag noch über *Dodonaea nutans* Turcz. l. c. 1858 p. 407, („Eloy n. 4171 A, e regno Mascatensi") bemerkt sein, dass dieselbe nichts anderes ist als *Dodonaea viscosa* L.

Ein paar weitere Erörterungen mögen für kommende Gelegenheit verspart sein.

15. Die auf *C. rugosa* fragweise bezogene Pflanze St. Hilaire's ist ein steriles, von Cambessedes unberücksichtigt gelassenes Exemplar. Dasselbe weicht von den Materialien Blanchet's kaum durch etwas anderes als Häufigkeit der Drüsen an den Blättchen ab.

16. Der *C. hispida* möchte man dem Habitus nach eine Stelle zunächst neben *C. fulvida* und *C. rufescens* anweisen. Die Gestalt der Frucht aber hindert das, wenn nicht etwa ein reicheres Material eine Vermittlung in dieser Hinsicht anbahnt.

17. Als Originalien der *C. scrobiculata* L. Cl. Rich. („foliolis ovatis obtusis cum brevi acumine, superne repandulis, glabris; alis nervorum scrobiculo pertusis" Act. Soc. Hist. nat. Paris. I, 1792, p. 109) können ausser Leblond n. 63 im Hb. Deless. auch die von Richard selbst gesammelten und eigenhändig als *C. scrobiculata* bezeichneten Exemplare des Hb. Franqueville und Hb. Deless. betrachtet werden.

Die Pflanze ist, abgesehen von der Frucht und was die Blätter betrifft, noch ausgezeichnet durch die zahlreichen stärkeren Venen, welche zwischen den Seitennerven aus der Mittelrippe ihren Ursprung nehmen und erst eine Strecke weit horizontal verlaufen ehe sie, nach unten umbiegend, mit den aus den Seitennerven rechtwinklig hervortretenden Venen oder dem davon gebildeten Netzwerke — nach welchem Cambessedes und später nochmal Splitgerber der Pflanze den Namen *C. reticulata* beigelegt haben — anastomosiren. Eine von Cambessedes eigenhändig so bezeichnete Pflanze des Hb. Paris. trägt auch noch die Angabe: „Cayenne, Martin no. 47." Das Original von Splitgerber befindet sich im Herbare des botanischen Gartens zu Leiden.

Die Pflanze tritt in verschiedenen Formen und Zwischenformen auf, welche gelegentlich als selbständige Arten aufgefasst worden sind. Ich kann ihnen den Werth solcher nicht zuerkennen.

Wegen der Grösse ihrer Früchte bemerkenswerth sind die Exemplare von Wullschlaegel und Triana.

Noch mag bemerkt sein, dass Hostmann n. 295 von Miquel (Stirp. surin. select.) auch bei *Quapoya surinamensis* Miq. angeführt wird. Das ist aber nur ein Druck- oder Schreibfehler statt n. 259.

18. *C. lanuginosa* steht dem Habitus nach der *C. hirsuta* sehr nahe, so dass wohl auch eine ähnlich gestaltete Frucht für dieselbe erwartet werden kann. Uebrigens lassen die von unten bis oben mehr gleichbreiten, am Rande ihrer ganzen Länge nach deutlich und ziemlich grob sägezähnigen, unterseits drüsenlosen Blättchen, die durchaus hellere Haarbekleidung und die weniger behaarten Kelchblätter die Pflanze doch als so weit verschieden erscheinen, dass es gerathen ist, dieselbe vor der Hand und so lange nicht etwa eine vollständige Uebereinstimmung in der Fruchtbildung nachgewiesen ist, von *C. hirsuta* getrennt zu halten.

19. *C. macrophylla* ist von Poeppig ausser unter der von Grisebach erwähnten Bezeichnung „*Ornitrophe Cominia* Poepp." noch unter dreierlei anderen, auf dreierlei Gattungen bezüglichen Bezeichnungen, alle anscheinend von der Haud Poeppig's vorhanden. Sie mögen, um eine Vermehrung der Synonymie zu vermeiden, und da sie meines Wissens wenigstens in keiner Druckschrift bisher erwähnt sind, mit Stillschweigen übergangen sein.

Ueber die Beschreibung des Embryo bei A. Richard unter der hieher gehörigen *C. juglandifolia* A. Rich. vergleiche die Anmerkung zu Zusatz 6 (p. 571). Was den

Versuch Grisebach's (in Fl. Brit. W. Ind. Isl., p. 126) betrifft, die etwas kleineren Früchte des als „*C. juglandifolia*“ von A. Richard bezeichneten Exemplares der *C. macrophylla* auf *Matayba apetala* zu beziehen, so muss ich denselben nach Autopsie des betreffenden Originales als verfehlt bezeichnen. Aehnliche Schwankungen in der Grösse der Früchte finden sich auch bei anderen Arten.

C. macrophylla ist nach der oben gegebenen Uebersicht die vierte und letzte der im Bereiche der grossen Antillen vorkommenden Arten. Ueberblickt man die Verbreitung dieser nach den gegenwärtig vorliegenden Materialien, so zeigt sich, dass alle 4 auf Cuba vorkommen; auf S. Domingo nur 2 derselben, *C. americana* und *triquetra*; auf Jamaica nur *C. glabra*; auf Porto-Rico nur *C. triquetra.*

C. glabra und *macrophylla* reichen nach Mexico hinüber. Für *C. americana* ist das fraglich. Dagegen ist letztere auf den kleinen Antillen und selbst bis Venezuela verbreitet. Den kleinen Antillen gehört auch *C. triquetra* an, dort übrigens vor der Hand nur auf Martinique (wie schon in Zus. 9 erwähnt) zugleich neben *C. americana* nachgewiesen. Die zwei auf den kleinen Antillen ausserdem noch vorkommenden Arten, *C. diphylla* und *C. rubiginosa*, gehören im übrigen dem südamericanischen Festlande an.

20—23: Zusätze zur Gattung Cupaniopsis.

20. Uebersicht der Arten von

Cupaniopsis Radlk.

Sectio I. Elattopetalum: Alepidotae; petala sepalis dimidio breviora; antherae ovato-oblongae, curvatae, crassiores; arillus carnosus.

× Fructus estipitatus, subgloboso-trigonus, extus et intus tomentosus, mesocarpio carnoso; flores sessiles; calyx sericeus; discus glaber

1) C. serrata Radlk. — Australia orientalis.
Forma 1. genuina: Foliola serrata, subtus subtomentosa.
Forma 2. tomentella (Cupania t. Müll. Hb. ed. Benth.): Foliola subintegerrima, subtus tomento molli brevi densiore induta.

× × Fructus brevius longiusve stipitatus

+ Fructus apice depresso deorsum sublobatus, extus et intus tomentosus, mesocarpio carnoso; flores pedicellati; calyx pubescens

* Discus tomentosus

2) C. leptobotrys Radlk.: Foliola oblonga, acuminata, longiuscule petiolulata, subtus ad nervos puberula, minutim pellucide punctata et lineolata, plurifoveolata. — Ins. vitienses (Wilkes Exped.).

* * Discus glaber

3) C. Wadsworthii Radlk.: Foliola cuneata, apice truncata vel late excisa, rarius rotundata. — Australia orientalis.

+ + Fructus apice obtusus vel truncatus, styli residuis apiculatus

* Mesocarpium carnosum nec nisi cellulis sclerenchymaticis paucis foetum

○ Fructus intus et extus glaber, trigono-pyriformis, parvus

4) C. punctulata Radlk. — Australia orientalis.

○ ○ Fructus intus tomentosus, extus denique glabratus

§ Discus tomentosus

5) C. foveolata Radlk.: Calyx subglaber; foliola oblongo-lanceolata, obsolete dentata, insigniter foveolata. — Australia orientalis.

§ § Discus glaber

6) C. anacardioides Radlk.: Calyx subglaber; foliola obovata, multinervia, efoveolata. — Australia septentrionalis et orientalis.

* * Mesocarpium cellulis sclerenchymaticis crebris coacervatis lignoso-corticosum; fructus intus pilis longis teneris subsericeo-tomentosus; embryo amyliger cellulis resiniferis quoque instructus; discus glaber, insignius lobatus, sub fructu maturo in segmenta (lobos) dirruptus

○ Fructus extus glabratus, calyx puberulus, rami glabrati

7) C. petiolulata Radlk.: Foliola ex ovali oblonga, longiuscule petiolulata, obscurius foveolata, nervis lateralibus simplicibus. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 209 (Balade); Pancher (c. indic. „Vieillard 2293").

8) C. psilocarpa Radlk.: Foliola ex ovali obovata, subsessilia, insigniter foveolata, nervis lateralibus ad medium quasi dichotomis; arillus carnosus, semen dimidium tantum obtegens. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1443 (pr. Bourail).

○ ○ Fructus extus tomentosus; calyx puberulus; rami petiolique pulverulento-puberuli vel tomentelli; foliola in axillis nervorum primariis nec non interdum in secundariis quoque foveolata, nervis lateralibus supra medium subdichotomis

9) C. apiocarpa Radlk.: Fructus subgloboso-pyriformis, vix obtusissime angulatus, in stipitem abrupte coarctatus. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 761; Vieillard n. 216 (pr. Canala); Pancher (c. indic. „Mus. Néocal. n. 221, Vieillard n. 2394"); Balansa n. 145 (pr. Nouméa).

10) C. trigonocarpa Radlk.: Fructus acute triangularis, in stipitem sensim attenuatus — Novo-Caledonia: Balansa n. 144 (pr. Nouméa).

○ ○ ○ Fructus extus nec non calyx, rami petiolique dense furfuraceo-tomentosi

§ Foliola foveolata, foveolis urceolatis

11) C. chytradenia Radlk.: Foliola oblonga, rigida, subtus ad nervos tomentosa, mox glabrata, nervis lateralibus simplicibus, venis e nervo mediano enascentibus horizontalibus cum reliquis obliquis anastomosantibus. — Novo-Caledonia: Deplanche; Vieillard n. 217 (Port de France); Pancher (collect. lign. n. LXXV).

§ § Foliola efoveolata, 8—10

12) C. crassivalvis Radlk.: Fructus acute triangularis, obovatus, in stipitem minus abrupte attenuatus; foliola breviter petiolulata, multinervia, nervis lateralibus utrinque 11—13 approximatis. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1455 (pr. la Conception).

13) C. macrocarpa Radlk.: Fructus obtuse trigonus, breviter ellipsoideus, in stipitem abrupte coarctatus; foliola longe petiolulata, paucinervia, nervis lateralibus 8—10 remotioribus. — Novo-Caledonia: Balansa n. 2262 (pr. Canala).

§ § § Foliola efoveolata, 16—20

14) C. azantha Radlk.: Fructus trigono-ellipsoideus, in stipitem abrupte coarctatus; foliola longe petiolulata, multinervia. — Novo-Caledonia: Labillardière (Hb. Webb, Par.); Vieillard n. 218, 220 (Balade).

15) (Sedis minus certae, attamen vix dubie hujus generis et sectionis) C. Storckii Radlk.: „Foliola 16—18, ovato-oblonga, acuminata, integerrima, glabra, concoloria" (Seem.), minutim pellucide punctata, efoveolata, chartaceo-membranacea, longiuscule petiolulata; „petioli, pedunculi calycesque ferrugineo- tomentosi; capsula obovato-trigona, apiculata" (Seem.), ferrugineo-tomentosa, intus pilis longis teneris subsericeo-tomentosa, mesocarpio carnoso; semen fere totum arillo obtectum. — Ins. vitiens.: Seemann n. 67. (Foliolis affinis C. leptobotr., sed forma fructus recedit.)

Sectio II. Mizopetalum: Lepidotae (folia ramique novelli, interdum evoluti quoque, nec non inflorescentiae, sepala, fructus glandulis scutatis obsiti); petala sepalis vix breviora; antherae minores, ellipsoideae; arillus tenuis, plus minus fimbriatus

× Sepala margine petaloidea; rami petiolique (interdum foliola quoque) pruina vel cerae strato crassiore (denique desquamato) obtecti

+ Fructus vix vel ne vix stipitatus; foliola integerrima

* Fructus intus totus (in n. 16) vel inferne (in n. 17 et 18) setoso-hirsutus (lepides innovationum mox deciduae)

○ Fructus obovoideo-trigonus, basi attenuatus, glabratus; arillus parum fimbriatus

16) C. myrmoctona Radlk.: Foliola 2—6, elliptico-lanceolata, rigide coriacea, nervis lateralibus debilibus numerosis rectiusculis patulis instructa, in petiolulos complanatos sensim attenuata. — Novo-Caledonia: Labillardière (Hb. Webb., Hook., Deless.).

○ ○ Fructus obcordatus, trisulcato-trilobus, lobis sat acutis, subsessilis, lepidotus; arillus insignius fimbriatus

17) C. fruticosa Radlk.: Semina ellipsoidea; embryo amyliger; cotyledones crassae, hemisphaericae, superpositae; foliola 8—10, ex ovali-oblongo elliptica vel sublanceolata, latere interiore latiore breviore, obtusiuscula, in petiolulos oblique coarctata, subcoriacea, nervis lateralibus sat prominentibus, arcuato-adscententibus, subtiliter reticulato-venosa, utrinque opaca. — Novo-Caledonia: Baudouin (t. Franqueville, anne Pancher?) n. 142; a Pancher comm. c. Hb. Par. c. indic. „n. 142, Vieill. n. 2409"; Pancher n. 162 (cf. supra p. 516 n. 125).

18) C. subcuneata Radlk.: Semina compressa; embryo oleosus; cotyledones flexuosae; foliola 10—12, lanceolata vel superiora ex obovato-oblongo subcuneata, plus minus inaequilatera, breviter petiolulata, nervis lateralibus subarcuatis, reticulato-venosa, supra nitida, subtus opaca. — Novo-Caledonia: Balansa n. 2267 (pr. Canala).

* * Fructus, quantum e germine concludi potest, intus glaber, extus ut et sepala totaque inflorescentia axillaris dense lepidotus

19) C. dictyophora Radlk.: Foliola 10—14, oblonga, latere interiore latiore breviore, basi inaequaliter in petiolulos longiores contracta, apice obtusa, margine subrevoluta, crassiuscule coriacea, nervis lateralibus patulis, insigniter reticulato-venosa, utrinque opaca. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1449 (in monte Mi).

+ + Fructus insigniter stipitatus; foliola obtuse inciso-dentata

20) C. inoplea Radlk.: Foliola 6—8, oblonga, rigida, cellulis sclerenchymaticis fibrosis per parenchyma dissitis insignia, longiuscule petiolulata; innovationes laxius lepidotae; inflorescentiae e ramis vetustioribus enascentes; fructus intus et extus glaber (germen pilis singulis obsitum); arillus fimbriatus. — Novo-Caledonia: Balansa n. 3307 (in monte Pum).

× × Sepala fere tota petaloidea, tenera; rami petiolique vernicoso-nitidi, fructus intus et extus glaber; arillus vix fimbriatus; embryo amyliger; cotyledones superpositae (inferior minor)

21) C. glomeriflora Radlk.: Foliola obtuse inciso-dentata, rarius subintegerrima, utrinque viridia; flores in ramis vetustioribus glomerulato-fasciculati; fructus parvi, trigono-obovoidei, basi attenuati. — Novo-Caledonia: Labillardière n. 169 (Hb. Soc. Senkenberg. Francofurt.); Baudouin n. 354 partim (cfr. C. oedip.); Deplanche

n. 83 (ins. Lifu); Vieillard n. 228 (Port de France), n. 233; Pancher n. 782 (ins. Pin.); Balansa n. 153 partim (cfr. C. oedip.), n. 1447 (pr. Bourail); culta in Hort. Paris.

22) C. ganophloea Radlk.: Foliola sat dentata, undulata, discoloria; inflorescentiae axillares, racemiformes, rhachi tenuissima; fructus mediocres, ex obovato ellipsoidei, breviter stipitati. — Novo-Caledonia: Labillardière (Hb. Webb); Vieillard n. 227 (Balade), n. 230, n. 231 (Balade); Pancher n. 777.

23) C. oedipoda Radlk.: Foliola integerrima, utrinque fuscescentia; petioli (nec non petioluli) basi valde incrassati; inflorescentiae fasciculatae, subaxillares, racemiformes, rhachi tenui; fructus majores, trigono-ellipsoidei, estipitati. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 354 partim (cfr. C. glomerifl.); Vieillard n. 232 (Balade); Pancher (Congui); Balansa n. 153 partim (cfr. C. glomerifl.; pr. Nouméa), n. 1441 (pr. la Conception), n. 2257 (pr. Port-Bouquet).

21. Von der Auffassung der *Cupaniopsis Wadsworthii* als einer Art der Gattung *Harpullia* durch Ferd. v. Müller war schon oben pag. 483 die Rede. Die Pflanze, von welcher Blüthen- und Fruchtexemplare vorliegen, gehört sicher ebenso wenig zu *Harpullia* wie *Cupaniopsis serrata,* bezüglich deren Ferd. v. Müller vor dem Bekanntsein der Früchte eine ähnliche Stellung vermuthet hatte (Fragm. III, 1862—63, p. 44).

Es mag mir gestattet sein, hier meiner Meinung über die Stellung dreier anderer Pflanzen Ausdruck zu geben, von welchen mir Materialien durch die Güte des eben genannten, um die Kenntniss der australischen Flora so hoch verdienten Forschers zugekommen sind.

Es sind das *Ganophyllum falcatum* Bl, *Blepharocarya involucrigera* F. Müll. und *Schleichera ptychocarpa* F. Müll.

Die Untersuchung der von *Ganophyllum falcatum* aus Port Denison erhaltenen Früchte mit reifen Samen haben mir nach ihren morphologischen Verhältnissen und mit Rücksicht darauf, dass dieselben ein ähnliches Verhalten zeigen, wie ich es in meiner Abhandluug über *Sapindus* (p. 289) für *Filicium* hervorgehoben habe, den letzten Zweifel darüber benommen, dass die sowohl von Blume (Mus. bot. I, 1850, p. 230) als Miquel (1859), Bentham & Hooker (1862), Marchand (Adansonia VIII, 1867, p. 37, 68) und F. v. Müller (Fragm. VII, 1869—71, p. 24) zu den Burseraceen gestellte Gattung *Ganophyllum* wohl ebenso sicher wie die Gattung *Filicium* den Sapindaceen beizuzählen sei, wie Baillon mit gutem Tacte wenigstens fragweise schon ausgesprochen hat (Hist. d. Pl. V, 1874, p. 409, 410) und wie für *Filicium* auch Thwaites seiner Zeit angenommen hatte (in Hook. Journ. Bot., VII, 1855, p. 273). Ob es richtig ist, wenn F. v. Müller (Fragm. VII, p. 24) die Früchte von *Euroschinus falcatus* Benth. (Fl. Austr. I, p. 490) auf *Ganophyllum* bezieht, scheint mir zweifelhaft. Die Beschreibung bei Bentham „seeds compressed with flat cotyledons" passt jedenfalls nicht auf *Ganophyllum*. Gesehen übrigens habe ich die betreffenden Früchte nicht — wohl aber von Oliver gefälligst mitgetheilte Fragmente blühender Exemplare der Bentham'schen Pflanze von Sunday Island und Port Denison. Doch dass diese nichts mit *Ganophyllum falcatum* zu thun haben, ist ja auch F. v. Müller's Meinung. Dass *Ganophyllum falcatum* von Port Denison und Rockingham's Bay (von F. v. Müller mitgetheilt), ferner von P. Darwin (und Port Denison, von Oliver mitgetheilt), sowie die von Bentham und Hooker (Genera I, p. 326) bei der Angabe, dass die Gattung auch auf den Philippinen vertreten sei, wahrscheinlich im Auge gehabten Exemplare der Sammlung von Cuming n. 1179 mit ned

Originalien von Blume aus Neu-Guinea vollkommen übereinstimmen, kann ich nach directer Vergleichung als zweifellos bezeichnen. Weiteres über die Pflanze mag auf spätere Gelegenheit verspart sein.

In *Blepharocarya involucrigera* F. Müll. (Fragm. XI, p. 15—16, wie ich nach dem Citate in der bisher leider allein mir zu Gesichte gekommenen Beschreibung der männlichen Blüthen in Trimen's Journal of Botany VIII, 1879, p. 116 anführe) erblicke ich nicht eine Sapindacee, sondern eine Anacardiacee. Entscheidend dafür ist der einfächerige Fruchtknoten mit der charakteristischen einzelnen, von der Spitze eines aus dem Grunde des Fruchtfaches aufsteigenden Nabelstranges herabhängenden, gekrümmten Samenknospe. Der Fruchtknoten ist schief eiförmig, etwas zusammengedrückt; der Griffel, welcher aus dem der Placenta gegenüberliegenden Rande des Fruchtknotens etwas unter dessen Spitze hervortritt, ist nach oben schwach keulig verdickt, in eine stumpfe Narbe endigend, an der Basis innerseits behaart. Ein vertiefter, mehrlappiger, spärlich behaarter Discus umschliesst die Basis des Fruchtknotens. Von Staubfäden fehlt der weiblichen Blüthe jede Andeutung. Die Kelchblätter und die damit alternirenden Blumenblätter sind schmäler, erstere zugleich länger als in der männlichen Blüthe. Die männliche Blüthe mit ganz an die von *Rhus* und verwandten Gattungen erinnernden Blumenblättern zeigt über den 8 (abwechselnd kürzeren) kahlen Staubgefässen im Centrum der Blüthe 5—7 verkehrt eiförmige oder selbst verkehrt herzförmige, dicht mit krausen Haaren besetzte drüsen- oder schuppenförmige Organe, welche ich für die hier stärker als in der weiblichen Blüthe entwickelten Lappen eines Discus ansehe, wie er in regelmässigerer aber schwächerer Entwicklung z. B. bei *Odina Wodier* zu finden ist (mit 8, wohl durch den Druck der Staubgefässe hervorgerufenen und mit diesen abwechselnden Lappen). Erst in der Mitte dieses

unregelmässig gelappten Discus findet sich ein winziges, kurz stielförmiges Rudiment eines Pistilles (viel kleiner als bei *Odina*), welches an der Spitze mit geraden, steifen Haaren, und noch dichter als die Lappen des Discus besetzt ist. Die Gefässbündel des Blattstieles, sowie der Axe der männlichen und weiblichen Inflorescenz, zeigen die für die Anacardiaceen und Burseraceen so charakteristischen Balsamgänge im Weichbaste.

Was *Schleichera ptychocarpa* F. Müll. (Fragm. IX, 1875, p. 97) betrifft, so ergab sich mir aus der Untersuchung der betreffenden, von Ferd. v. Müller freundlichst mitgetheilten Fruchtexemplare (Blüthenexemplare fehlen), dass die Pflanze zu den Meliaceen gehöre und zwar zur Gattung *Dysoxylum*, der ich sie hiemit als *Dysoxylum ptychocarpum* einverleibe, jedoch mit der Bemerkung, dass ich die weiter unten zu berührende Frage, ob hier nicht etwa blos die Fruchtexemplare zu *Dysoxylon Klanderi* F. Müll. (Fragm. V, 1865—66, p. 176) vorliegen, noch nicht als endgiltig entschieden betrachte, da mir Materialien der letzt genannten Art zu unmittelbarer Vergleichung fehlen.

Am nächsten verwandt erwies sich mir *D. ptychocarpum* mit *D. macrothyrsum* Miq., wenigstens unter den Arten, welche mir zur Vergleichung zugänglich waren.

Wie *D. macrothyrsum*. wie auch andere Arten dieser Gattung, bei welchen Kelch und Gynoecium aus gleich viel Gliedern bestehen (*D. procerum*, *trichostylum*, *cauliflorum*, lauter Arten mit viergliederigen Blüthen), zeigt auch *D. ptychocarpum* episepale Stellung der Fruchtblätter (resp. Fruchtfächer), ein Verhältniss, welches Bentham und Hooker (Gen. I, p. 328) für *Cipadessa* (*Mallea*), *Quivisia*, *Turraea*, *Munronia* und *Sandoricum*, C. De Candolle weiter noch für *Elutheria* (Monogr. Meliac. p. 410) als eigenthümlich hervorheben. Grosse Aehnlichkeit mit *D. macrothyrsum* besitzt ferner unsere Pflanze in der Gestaltung

der Frucht, im Baue der dicken, zahlreiche Gruppen von Sklerenchymzellen einschliessenden Fruchtwandung, deren äussere Partie nahe der Fruchtbasis bei *D. ptychocarpum* auch Harzzellen führt, in der Anheftungsweise der arilluslosen Samen ihrer ganzen inneren Fläche nach, in dem (auch bei Arten anderer Meliaceen-Gattungen, z. B. *Chisocheton paniculatum, Sandoricum borneense*, zu beobachtenden) Vorkommen zahlreicher Harzzellen in der Samenschale nahe dem Nabel[11]), so dass dieser Theil manchem als eine Art Arillus erscheinen kann (s. F. v. Müller a. a. O.), in dem niedrigen vierzähnigen Kelche, endlich auch in habituellen Charakteren: in der Beschaffenheit der Inflorescenzen, der Blätter und Zweige. Die Inflorescenzen sind länger als die Blätter, wenigästige Rispen, oder astlos und traubenförmig, mit locker gestellten, nahezu decussirten Blüthen, welche an den schmalen Seiten der (wie bei *Sandoricum borneense*) unter jedem Blüthen- oder Astpaare in wechselnder Richtung zusammengedrückten Rhachis inserirt sind, mit kleinen pfriemlichen Bracteen und eben solchen Bracteolen, welch letztere an dem unteren Theile des in seiner Mitte gegliederten Blüthen- resp. Fruchtstieles ein transversales oder überdiess, wenn der Fruchtstiel in einen Inflorescenzast überzugehen sich anschickt, noch ein oberes, median gestelltes Blattpaar bilden, und über welchen die 4 Kelchblätter stets in aufrechtem Kreuze einsetzen. Die Blätter sind abgebrochen gefiedert, meist dreijochig, die Blättchen breit elliptisch, die Zweige mit faltiger Rinde rothbraun, wie die Blättchen, alle diese Theile ursprünglich

11) Bei *D. macrothyrsum* finden sich solche Harzzellen auch an der Rückenfläche des Samens. Bei *D. ptychocarpum* ist das Harz zum Theile in Form hohler Körner abgelagert, welche den von Wiesner (Sitzungsber. d. Wiener Akad., LII, 2, 1865, p 119) als „Harzmehl" beschriebenen ähnlich erscheinen und durch doppelte Lichtbrechung ausgezeichnet sind.

mit zweiarmigen Haaren besetzt, zuletzt fast vollständig kahl. Aehnliche Haare (an die von *Matayba paucijuga* und *glaberrima* erinnernd) finden sich auch an den Blüthentheilen, an Kelch und Frucht. Den Meliaceen scheint überhaupt nicht selten eine Neigung zur Bildung zweiarmiger Haare, an den Blättern sowohl als an den Blüthentheilen, zuzukommen, welche oft nur schwach hervortritt (ähnlich wie bei *Matayba arborescens* und *floribunda)* in einer einseitigen sackartigen Erweiterung der Haarbasis hart über der Insertionsstelle (Haare der Frucht von *Sandoricum indicum* und *Chisocheton paniculatus*, der Blumenblätter von *Dasycoleum philippinum)*, in anderen Fällen aber in verschiedenem Masse deutlich ausgeprägt ist, so dass Haare mit ungleich langen oder selbst mit gleichlangen Armen auftreten (Discus von *Amoora Balanseana*, Kelch von *Dysoxylum procerum*, Frucht und Kelch von *Dysoxylum macrothyrsum* und *ptychocarpum*). In manchen Fällen (z. B. bei *Dysoxylum procerum* an der Innenseite des Discus tubulosus) beruht die von C. De Candolle (a. a. O. p. 412) hervorgehobene rückwärts gerichtete Behaarung gewisser Blüthentheile lediglich darauf, dass an derartigen zweiarmigen Haaren der untere Arm stärker ausgebildet wird, während sonst meist der obere Arm als der längere erscheint (Frucht und besonders Griffelbasis von *Dysoxylum macrothyrsum* und *ptychocarpum)*.

Ausgezeichnet ist *Dysoxylum ptychocarpum* gegenüber *D. macrothyrsum* besonders durch die schon von F. v. Müller in dem Beinamen der Pflanze hervorgehobenen, faltenartigen (ähnlich wie bei *Dysoxylum binectariferum* und *Amoora Chittagonga*, nur schärfer ausgebildeten) Rippen der hier kaum gestielten Frucht, welche bei *D. macrothyrsum* kaum angedeutet sind, und von welchen vier mit einer schwachen Längsfurche versehene, stärker behaarte, aber nicht gerade am stärksten vorspringende (entsprechend den vier Furchen

der Frucht von *D. macrothyrsum)* die Mitellinie der Fruchtblätter (resp. Fruchtfächer) bezeichnen. Ob die Frucht (der einen und der anderen Art) schliesslich aufspringe, muss ich dahin gestellt sein lassen. Die Fruchtfächer von *D. ptychocarpum* enthalten 2 neben dem inneren Fruchtfachwinkel den Scheidewänden in ungleicher Höhe aufgewachsene epitrop anatrope Samenknospen mit über der Insertionsstelle gelegener Micropyle, von denen nur eine zum Samen sich entwickelt. Bei *D. macrothyrsum* fand ich übereinstimmend mit Miquel's Angabe nur eine Samenknospe in jedem Fruchtfache, während C. De Candolle (a. a. O. p. 486) von deren zweien spricht. Die stärkemehlerfüllten Cotyledonen sind übereinander liegend, der untere grösser; das kleine zwischen die Cotyledonen zurückgezogene Würzelchen ist gegen die Placenta gekehrt. Weiter ist *D. ptychocarpum* dadurch ausgezeichnet, dass die bald opponirten, bald alternirenden Blättchen weniger derb und an der oberen Fläche mit sehr deutlichen, zerstreut stehenden, eingedrückten und zugleich durchsichtigen Linien besetzt sind. Besonders in letzterem Stücke scheint die Pflanze dem bisher nur in Blüthenexemplaren bekannt gewordenen (von mir selbst aber nicht gesehenen) *Dysoxylum Klanderi* F. Müll. (Fragm. V, 1865—66, p. 176) ähnlich zu sein, für das aber der Fruchtknoten als kahl beschrieben wird, und das F. v. Müller in den vorliegenden Fruchtexemplaren wohl wieder erkannt haben würde, wenn dieselben wirklich zu dieser Art gehören würden. Im übrigen stimmt die Structur der Blättchen ganz mit der von *D. macrothyrsum* überein, auch hinsichtlich des Vorkommens kleiner eingesenkter Drüsen an der oberen Fäche.

Im Anschlusse an die mancherlei im Vorausgehenden berührten Structurverhältnisse gewisser Meliaceen mag hier auch noch des bei Arten von *Dysoxylum (D. acutangulum, cyrtobotryum, macrocarpum)* zu beobachtenden Vor-

kommens von dickwandigen, einfachen oder verästelten Sklerenchymzellen, sogenannten Spicularzellen, gedacht sein, welche, wie bekanntlich bei manchen Proteaceen, Ternströmiaceen und Nymphaeaceen, Strebepfeilern gleich das Diachym des Blattes von der einen Blattfläche zur anderen durchsetzen und am getrockneten Blatte beträchtliche Erhebungen bilden, viel beträchtlicher als diess durch grosse (in ähnlicher Weise wie bei *Citrus* auftretende) Krystalle im Blatte derselben sowohl, als auch vieler anderen Arten veranlasst wird. Am stärksten sind diese Spicularzellen bei *Dysoxylum acutangulum* ausgebildet, fast so stark wie die, welche ich gelegentlich bei *Moutabea* beobachtet habe, bei der sie das grüne Parenchym des Blattes in dem Masse verdrängen, dass sie unter der Lupe als feine durchsichtige Punkte sich darstellen, ähnlich wie bei vielen Rhamneen grosse, das Blattfleisch durchsetzende, in besonderen Zellen enthaltene Krystalle. Ausser bei den angeführten Arten von *Dysoxylum* finde ich die in Rede stehenden Spicularzellen noch reichlich ausgebildet bei einer aus Buitenzorg mir zugekommenen, von Teysmann auf Timor gesammelten Pflanze (Herb. Hort. Bog. n. 10799), welche nach der Beschaffenheit ihrer Blättchen gleichsam in der Mitte steht zwischen *Dosoxylum acutangulum* und *macrocarpum*, und welche ich, obwohl nur steriles Material vorliegt, der gleichen Gattung als *Dysoxylum foveolatum* einzureihen kein Bedenken trage. Sie schliesst sich an *D. acutangulum* an durch die dicklichen Blättchen, in deren Parenchym die Seitennerven gleichsam verborgen liegen, durch die beim Trocknen in Folge der Unnachgiebigkeit der Spicularzellen stark runzelig werdenden Blattflächen und durch das reichliche Vorkommen von eingesenkten Drüsen auf beiden Blattflächen (s. unten); unterscheidet sich aber davon durch die nicht opponirten, wenn auch genäherten Blätter und durch die starke Verbiegung, welche

der Mittelnerv beim Trocknen in noch höherem Grade als z. B. bei *Dysoxylum macrocarpum* erfährt. Ausgezeichnet ist die Pflanze vor allen mir bekannt gewordenen *Dysoxylum*-Arten durch das Vorkommen von seichten, am Rande bebärteten Grübchen etwas nach aussen von den Achseln der Seitennerven. Sie mag kurz folgendermassen charakterisirt sein:

Dysoxylum foveolatum Radlk.: Rami striati petioliqne pube pulverulenta cinerascentes; folia subopposita, abrupte pinnata, 5-juga; foliola subopposita, oblonga, retusa, basi acuta, margine (siccitate) undulata, multinervia, nervo mediano (siccitate) flexuoso, nervis lateralibus utrinque 24—30 debilibus aegre perspiciendis, subcoriacea, cellulis, ut ajunt, spicularibus instructa, impunctata, (siccitate) tenuiter rugulosa, grabra, nec nisi glandulis immersis utrinque obsita et subtus circa foveolas axillis nervorum juxtapositas barbata, breviter petiolulata; petiolus semiteres, supra planus, acutangulus, rhachi dimidia longior; flores —? Timor: Teysmann (Herb. Hort. Bogor. n. 10799).

Die für *D. foveolatum* und *acutangulum* eben erwähnten, in kleine Vertiefungen des Blattes eingesenkten Drüsen mit einer kurzen Stielzelle und zwei- bis fünfzelligem, gewöhnlich rothbraun gefärbtem Köpfchen finden sich in geringerer Zahl auch bei den anderen, ihrer Spicularzellen halber oben angeführten Arten *(D. cyrtobotryum* und *macrocarpum*), ausserdem auch bei Arten ohne Spicularzellen, z. B. *D. Turczaninowii* C. DC., und mehr nur an der oberen Blattseite bei *D. macrothyrsum* und *ptychocarpum*. Miquel welcher diese Drüsen nur bei *D. acutangulum* und auch hier nur an der Unterseite des Blattes bemerkt hatte, wurde dadurch, aber ohne ausreichenden Grund, wie man im Hinblicke auf die weiter hier genannten Arten erkennt, veranlasst, die Pflanze als eine fragliche Aurantiacee zu bezeichnen. Nebenbei mag noch bemerkt sein, dass manche

Arten von *Dysoxylum* durch Auftreten der Spaltöffnungen auch auf der Oberseite der Blättchen ausgezeichnet sind; so das vorhin genannte *D. Turczaninowii*; ferner *D. costulatum* Miq., wenn ich mit Recht auf dieses eine von Teysmann auf Sumatra gesammelte Pflanze (Herb. Hort. Bogor. n. 4437) beziehe, welche zugleich durch die papillöse Beschaffenheit der Blattunterseite nach Art vieler Nephelieen und gewisser Cupanieen (s. ob. p. 482) als eigenthümlich erscheint.

Schliesslich mag in diesem Zusatze, in dessen Eingang die Gattung *Harpullia* berührt ist, einer Pflanze, soweit möglich, ihr Platz angewiesen sein, welche zu dieser Gattung gehört und welche mir in der ersten Hälfte dieses Jahres durch Beccari zugekommen ist:

Harpullia angustifolia Radlk., subgeneris „Euharpullia", sectionis „Thanatophorus" (Radlk. de Sapindaceis Indiae batavae p. 52), maxime affinis H. ramiflorae Radlk. (ibid. p. 54), a qua differt thyrsis in axillis foliorum solitariis (in ramulo obvio certe), nec non foliolis dimidio angustioribus elongatis ovato-lanceolatis latitudine sua subquadruplo longioribus. Forsan, si rami vetustiores quoque thyrsigeri, mera H. ramiflorae forma angustifolia.—In Novo-Guinea ad flumen Fly-River fructiferam legit D'Albertis ao. 1876.

22. Bei *Cupaniopsis myrmoctona* findet sich im Hb. Webb folgende Bemerkung von Labillardière's Hand: „J'ai remarqué, que l'espèce présente tuait des grosses fourmis par le simple contact." Darnach habe ich den Namen gewählt (von μύρμος = μύρμηξ, Ameise). Labillardière hat die Pflanze nicht publicirt. Sie hat bei oberflächlicher Betrachtung einige Aehnlichkeit mit seiner *Cupania glauca*, d. i. *Guioa glauca*, von der sie aber, abgesehen von allem anderen, durch das tomentose Endocarp leicht zu unterscheiden ist. Auch mit *Guioa microsepala*

hat die Pflanze habituelle Aehnlichkeit. Auffallend ist es, dass die Pflanze in neuerer Zeit nicht wieder gesammelt worden ist, sondern nur nächst verwandte, aber deutlich verschiedene Arten, *C. fruticosa* etc.

23: Zusatz zur Gattung Dictyoneura.

23. Uebersicht der Arten von

Dictyoneura Bl.

1) D. acuminata Bl.: Foliola ad 12, lanceolata, acuminata, subserrata. — Borneo: Korthals; Buru: Binnendijk (Hort. Bog. n. 14346; cf. Holländ.-ind. Sapindac., p. 91).

2) D. obtusa Bl.: Foliola 12—20, parvula, 4 cm vix excedentia, oblique oblonga, obtusa, apice crenulata. — N.-Guinea: Zippel.

24—25: Zusätze zur Gattung Elattostachys.

24. Uebersicht der Arten von

Elattostachys Radlk.

× Antherae ochraceo-subfuscae (in E duplicato-serrata non visae)

\+ Foliola 2—6, in axillis nervorum patulorum foveolata, circa foveolas barbata

1) E. xylocarpa Radlk.: Foliola ovalia, plerumque anguloso-dentata, subtus puberula, sicca subfusca, nervis lateralibus ex parte supra medium dichotomis, ad dichotomias (i e. in axillis secundariis) quoque foveolata et barbata; petioli ramique juniores sufferugineo-tomentosi. — Australia orientalis: Cunningham etc.

2) E. nervosa Radlk.: Foliola elliptico-oblonga vel lanceolata, anguloso-deutata vel subintegerrima, minus crebre foveolata, sicca subfusca, subtus opaca, glabra;

petioli ramique juniores minutim tomentelli. — Australia orientalis: Thozet etc.

3) E. Bidwilli Radlk.: Foliola ex ovali oblonga, integerrima vel raridentata, rarifoveolata, sicca atrofusca, utrinque nitidula, glabra; petioli ramique juniores minutim tomentelli. — Australia orientalis: Bidwill.

+ + Foliola 3—8, obscurius foveolata, attamen in axillis nervorum arcuato-adscendentium minutim barbata

4) E. Zippeliana Radlk.: Foliola elliptica vel elliptico-lanceolata, integerrima vel serrato-dentata, subtus ad nervos nec non petioli ramique hirtella. — Novo-Guinea: Zippel; Celebes (cf. holländ.-ind. Sapindac. p. 43): Teysmann (Hort Bog. n. 5719, Menado); Riedel (Hort. Bog. n. 5828, Menado, vulgo „Pamelenam rangdang"; Gorontalo).

5) E. duplicato-serrata Radlk.: Foliola lanceolata, duplicato-serrata, subtus ad nervos nec non petioli ramique molliter pubescentia. — Sumatra? Celebes?: de Vriese.

+ + + Foliola 4—9, nec foveolata nec barbata

6) E. verrucosa Radlk : Foliola ovato-lanceolata, integerrima vel subdentata, glabra, nervis patulis; rami juniores pulverulento-tomentelli. — Java: Blume (Cup. distachya); Celebes: Beccari it sec. n. 33; Timor: Spanoghe; ins. philip.: Cuming n. 1237.

× × Antherae ex atro-purpureo nigricantes (in E. vitiensi non visae); foliola ovato-lanceolata

+ Foliola 6—12, inciso-serrata

7) E. incisa Radlk.: Foliola subtus ad nervum medianum pilosiuscula, nec foveolata nec barbata, siccitate nigricantia; petioli ramique juniores flavido-hirsuti. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 432; Pancher (c. indic. „Mus. Néocal. n. 219, Vieillard n. 2411", coll. lign. n. LXXVI, Calédonie et île des Pins); Balansa n. 143 (pr. Nouméa).

+ + Foliola 3—9, integerrima, glabra, ad paginam superiorem hypodermate instructa

* Foliola, praesertim inferiora, basi in axillis nervorum (lateris exterioris) glandula una alterave urceolata (foveola) notata

8) E. falcata Radlk.: Foliola anguste ovato-lanceolata, sublinearia, inaequilatera, falcatim curvata, in acumen acutissimum sensim angustata, supra et praesertim subtus opaca, siccitate subfusca; fructus basi acutati, endocarpio flavido-villoso. — Ins. vitienses: Wilkes Exped.; Seemann n. 70.

9) E. apetala Radlk.: Foliola latiuscule ovato-lanceolata, inaequilatera, interdum abbreviata et oblique ovata, plus minus falcatim curvata, subacuta, utrinque nitidula, siccitate fuscescentia, denique fusco-nigra, strato hypodermatis duplici instructa; fructus basi acutiusculi, endocarpio flavido-villoso.

Forma 1. genuina: Folia, foliola, fructus mediocres. — Novo-Caledonia: Labillardière; Deplanche sine no. (Lifu; vulgo „Mako", quod nomen vero no. 13 quoque collectionis Deplanche, i. e. Alectr. carinat. adscriptum invenitur), n. 444, n. „281 D — 208? Vieill."; Vieillard n. 207 (Wagap), n. 208 (Balade), n. 729; Pancher n. 789 (ins. Pin.); Balansa n. 142, 142 a, 1446; 2258; Thibaut n. 289 (ao. 1865).

Forma 2. robustior: Omnes partes majores, rhachis foliorum 3 dm longa, foliola 16 cm longa, 8 cm lata, fructus 18 mm longi, 16 mm lati. — Novo-Caledonia; Balansa n. 2259.

* * Foliola efoveolata

10) E. vitiensis Radlk.: Foliola e basi late ovata oblongo-lanceolata, subacuminata, acumine obtuso, utrin-

que nitida, siccitate subfusca; fructus basi acutati, endocarpio purpureo-villoso. — Ins. vitiens.: Seemann n. 68.

25. Die Arten von *Elattostachys* besitzen alle einen kahlen Discus. Mehrere derselben stehen einander so nahe, dass erwartet werden kann, ein reicheres Material werde manche derselben durch Zwischenformen vollständig verknüpfen und ihre Vereinigung in eine Art ermöglichen. Für *E. xylocarpa, nervosa* und *Bidwilli* hat das F. v. Müller schon angedeutet (Fragm. IX, 1875, p. 96); doch möchte ich nach den mir bekannt gewordenen Materialien ihre Unterscheidung nicht sofort aufgeben. Sehr nahe rücken sich auch die Exemplare von *E. Zippeliana* mit sägezähnigen Blättchen aus Celebes und *E. duplicato-serrata,* welch letztere wahrscheinlicher auch auf Celebes als auf Sumatra von de Vriese, welcher mit Teysmann reiste, gesammelt worden ist. Auch *E. falcata, apetala* und *vitiensis* nähern sich einander sehr; doch habe ich bei einem reichen Materiale von *E. apetala* stets ein zweischichtiges Hypoderm (wie oben erwähnt) gefunden, bei *E. falcata* und *vitiensis* aber, die ausserdem einander weniger ähnlich sind, ein einschichtiges.

Für *E. apetala* beruht der Artbeiname ebensowenig auf richtiger Beobachtung als für *Matayba apetala.* Es sind Blumenblätter vorhanden, auch bei den Originalien von Labillardière, welchem sie nur entgangen sind. Das Vorkommen grubiger Drüsen ist bei dieser Art unbeständig, und scheint hier wie anderwärts ihr Auftreten von Insecten veranlasst oder doch ihre Ausbildung von solchen unterstützt zu werden. Ob der oben angeführte Name „Mako" hieher oder zu dem mit *E. apetala* bei oberflächlicher Betrachtung allerdings leicht zu verwechselnden *Alectryon carinatum* (s. Uebers. d. holl.-ind. Sapindac. p. 49, 93) gehöre, muss ich dahingestellt sein lassen.

26—28: Zusätze zur Gattung Eriocoelum.

26. Uebersicht der Arten von

Eriocoelum Hook. f.

1) E. racemosum Bak.: Inflorescentiae eramosae, racemiformes; foliolorum nervus medianus supra subglaber. — Guinea superior: Mann n. 807.

2) E. paniculatum Bak.: Inflorescentiae ramosae, paniculiformes; foliolorum nervus medianus supra tomentoso-pilosus. — Guinea superior: Mann n. 976.

27. Von der ersteren Art sind nur Blüthenexemplare, vorzüglich mit männlichen Blüthen, von der letzteren besonders Fruchtexemplare vorhanden. Die oben angegebenen und die noch weiter von Baker berührten Unterschiede sind nicht sehr erheblicher Natur, und es ist nicht unmöglich, dass wir es in dem vorliegenden Materiale nur mit Theilen mehr oder weniger kräftiger Pflanzen ein und derselben Art zu thun haben. Baker (wie Hooker f.) gibt in der Gattungscharakteristik an: Ovary not seen in the female flower. Nach einem Exemplare von Mann n. 807 mit weiblichen Blüthen im Herb. Paris. lässt sich diese Lücke ausfüllen: Der Fruchtknoten ist eiförmig, stumpf dreikantig, dicht rothbraun behaart, dreifächerig, die Fächer innen noch ganz kahl, mit je einer Samenknospe versehen, welche von der Mitte des inneren Winkels sich erhebt; der Griffel kömmt an Länge dem Fruchtknoten gleich, ist ebenfalls behaart und endet in eine einfache, sehr kurze, stumpfe Narbe. Die Blumenblätter beschreiben Baker und Hooker in der Gattungscharakteristik als mit zwei Schuppen versehen. Ich habe (bei *E. racemosum)* nur eine schwach ausgerandete Schuppe gesehen, die aber wohl gelegentlich tiefer getheilt, respective in 2 gespalten sein mag. Die Schuppe ist breiter als das an Länge sie ungefähr um das

Doppelte übertreffende, linear-lancettliche Blumenblatt selbst und an dessen Basis seiner ganzen Breite nach mit ihm verwachsen. Wäre das Blumenblatt auch an den Seitenrändern mit der Schuppe verwachsen, so würde die auch so schon hervortretende Aehnlichkeit mit den Blumenblättern von *Blighia sapida* eine überraschende sein. Die breite Verwachsungsstelle von Blumenblatt und Schuppe, aus deren Mitte der kurze Nagel hervortritt, erinnert einigermassen an die Blumenblätter von *Lepidopetalum*, bei denen aber die Schuppe das Blumenblatt nicht blos an Breite, sondern gewöhnlich auch an Länge übertrifft.

28. Erst bei der Bestimmung der Stellung von *Eriocoelum* zu den übrigen Cupanieengattungen bin ich darauf aufmerksam geworden, dass Baillon seine wesentlich von der Hooker's und noch mehr von der Baker's abweichende Charakterisirung der Gattung *Eriocoelum* („Petala 0 vel 5; discus annularis duplex" etc., Baillon Hist. d. Pl. V, 1874, p. 399) nicht auf die zwei von Baker (in Oliver, Flora trop. Africa, I, 1868, p. 427, 428) beschriebenen Arten, auf welche er dabei hinweist, gestützt hat, sondern, wie aus dem Inhalte des Pariser Herbares des näheren zu ersehen ist, auf zwei von *Eriocoelum* und unter sich generisch verschiedene Pflanzen, in welchen er die ohne Angabe der oben angeführten Collectionsnummern veröffentlichten Arten Baker's zu erkennen glaubte. Es sind das jene zwei Pflanzen, welche ich zum Theile nach den von Baillon selbst benützten Materialien des Pariser Herbares in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc., p. 332, 333 unter den Namen *Placodiscus turbinatus* (coll. Mann sine no. in Hb. Par.) und *Lychnodiscus reticulatus* (coll. Mann n. 1422, Hb. Kew., Par.) als Typen neuer Gattungen bezeichnet habe. Es ist also jeder dieser Gattungen nachträglich das Synonym beizufügen: *Eriocoelum* (non Hook. f.)

Baill., partim, und jeder der beiden Arten: *Eriocoelum sp.* Baill. (non Baker). Die beiden Arten tragen auch im Pariser Herbare von Baillon's Hand die Bezeichnung „*Eriocoelum*", wovon früher keine Erwähnung zu geschehen brauchte, was aber jetzt von Belang ist. Auf die erstere dieser beiden Pflanzen, *Placodiscus turbinatus*, bezieht sich offenbar die oben erwähnte (auffallender Weise auch bei Hooker f., nicht aber bei Baker sich findende) Angabe Baillon's „Petala nulla", auf die andere, *Lychnodiscus reticulatus*, die Angabe „Discus duplex".

Von der Gattung *Placodiscus* ist mir inzwischen in Fragmenten, welche aus Kew dem Berliner Herbare zugegangen sind, eine neue Art bekannt geworden, deren kurze Charakteristik hier angereiht sein mag:

Placodiscus leptostachys Radlk.: Foliola 9—? (Oliver in lit.), elliptica, circ. 18 cm longa, 8 lata, acuminata, basi in petiolulos longiores abruptius coarctata, integerrima, chartacea, insigniter reticulato-venosa, glabra, supra nitidula, e viridi fuscescentia, non nisi diachymatis rupturis siccitate ortis) obscure pellucide lineolata, epidermide non mucigera; thyrsi 24—40-centimetrales, terni pluresve in ramulis brevissimis (adventiciis?) congesti, spiciformes, dichasiis in cincinnos abeuntibus numerosis 5—13-floris glomeruliformibus obsiti, rhachi sulcato-angulosa pulverulento-puberula, bracteis bracteolisque subulatis brevissime tomentellis; alabastra subglobosa, diametro 1,5 mm, pedicellis vix longioribus suffulta; discus fusco-pubescens; stamina 8, subglabra; rudimentum germinis trigonum, pilis fuscis hirsuto-tomentosum — (flores hermaphroditi non suppetebant, neque fructus). Africa tropica occidentalis: Mann n. 2150 (1859—63; ex Hb. Kewensi comm. c. Hb. Berol.).

Dass mehrere untergeordnete, früher in dem Gattungscharakter aufgeführte Momente (z. B. Kahlheit des Discus etc.) nunmehr in den Artcharakter der damals allein in Be-

trachtung gewesenen Art, *Placodiscus turbinatus*, zu übertragen sind, ergibt sich aus dem Gesagten von selbst.

29: Zusatz zur Gattung Gongrodiscus.

29. Uebersicht der Arten von

Gongrodiscus Radlk.

1) G. sufferugineus Radlk.: Folia 3—5-juga, 2—4 dm longa; foliola obovato-oblonga oblongave, 5—12 cm longa, basi inaequaliter in petiolulos sat longos attenuata, coriacea, subtus dense sufferugineo-tomentella; petioli ramique tomentosi. — Novo-Caledonia: Pancher c. indic. „Vieillard 2390" (in monte Dore); Balansa n. 557 (pr. Nouméa), n. 2123, 3008 (pr. la Conception).
2) G. parvifolius Radlk.: Folia 2—3-juga, 6—7 cm longa; foliola obovata, 2—4 cm longa, obtusa retusave, in petiolulos subaequaliter attenuata, margine revoluta, rigide et crassiuscule coriacea, juniora subtus adpresse chryseo-puberula, adultiora plus minus decalvata, cinerascenti-glaucescentia; petioli ramique dense pulverulento-puberuli. — Novo-Caledonia: Balansa n. 3010 (inter Ounia et lacum Arnaud).

30—39: Zusätze zur Gattung Guioa.

30. Uebersicht der Arten von

Guioa Cavan.

Sectio I. Euguioa: Sepala late imbricata, exteriora breviter ovata, obtusa, interiora suborbicularia; discus annularis, aequalis vel rarius paullulum inaequalis et obliquus (in pluribus G. diplopetalae speciminibus); flores plerumque majusculi, rarius parvi (G. acutifolia).

× **Foliola subtus minutim tuberculato-papillosa (inde opaca, glaucescentia)**

+ **Rhachis foliorum superne marginata**

1) G. lentiscifolia Cav.: Foliola 5—7, opposita, ovato-elliptica, inaequilatera, subfalcata, crebre pellucide punctata, basi in axilla nervi lateralis exterioris foveola urceolata instructa. — Ins. amicor.: Cavanilles (Hb. Juss. n. 11401; Hb. Ventenat, nunc Deless.).

+ + Rhachis foliorum nuda

* Foliola inaequilatera

2) G. rhoifolia Radlk.: Foliola 5—11, anguste ovato-lanceolata, falcata, punctis pellucidis perraris vel vix ullis notata, 1-foveolata. — Ins. vitienses: Wilkes Exped.; Seemann n. 69.

* * Foliola subaequilatera, vix curvata, membranaceo-coriacea

O Foliola utrinque acuta, elliptico-lanceolata

3) G. acutifolia Radlk.: Rami, petioli foliolaque subglabra; foliola 2—6, vix vel ne vix pellucide punctata, basi saepius 1-foveolata; flores parvi. — Amboina: Labillardière (Hb. Webb.); N.-Guinea et ins. Key: Beccari it. sec. n. 7′ 7″ 7‴; Australia orientalis: Dallachy.

4) G. lasioneura Radlk.: Rami, petioli nec non foliola in nervis supra subtusque ferrugineo-hirsuta; foliola 2—5, sparsim pellucido-punctata, efoveolata; flores mediocres, calyce hirsuto. — Australia orientalis: Dallachy (Rockingham Bay).

O O Foliola ex obovato-oblongo subcuneata

5) G. semiglauca Radlk.: Rami, petioli foliolaque subglabra; foliola 2-6, dense pellucido-punctata, efoveolata; flores mediocres, calyce (praeter marginem ciliolatum) glabro. — Australia orientalis, Tasmania.

* * * Foliola aequilatera, rigide coriacea

G. glauca — cf. Sect. II.

× × Foliola utrinque laevia

+ Rhachis foliorum alato-marginata; foliola 12—20

6) G. venusta Radlk.: Foliola 14–20, ovato-lanceolata, parva, 2—4 cm longa, punctis lineolisque pellucidis parvis crebris notata. — N.-Guinea: Beccari it. sec. n. 5 (ins. Tobi pr. Surui).

7) G. Minjalilen Radlk. (Discus non visus): Foliola circ. 15, lineari-lanceolata, 6–11 cm longa, impunctata. – Java.

+ + Rhachis foliorum nuda; foliola plerumque 4—8

* Foliola (praesertim basi) inaequilatera, plus minus falcatim curvata

○ Foliola utrinque acuta, elliptica vel lanceolata

8) G. fuscidula Radlk.: Rami petiolique breviter tomentosi; foliola elliptica, praesertim subtus pubescentia, dense pellucido-punctata, vix foveolata. – Tenasserim: Helfer n. 993.

9) G. squamosa Radlk: Rami petiolique pulverulento-puberuli; foliola sublanceolata, subglabra, plerumque impunctata, in axillis nervorum saepius foveolata.

Forma 1. genuina: Foliola impunctata. — Penang: Wallich Cat. n. 8550, 8097.

Forma 2. lineolato-punctata: Foliola punctis lineolisque pellucidis notata. — Tenasserim: Helfer n. 983.

○ ○ Foliola ovato-lanceolata, subfalcata

10) G. subfalcata Radlk. (Discus non visus): Foliola concoloria, fusca, subcoriacea, sparsim pellucide punctata, 1-foveolata — Ins. navigatorum (Upolu): Wilkes Exped.

11) G. gracilis Radlk.: Foliola plerumque 6, subtus pallidiora, submembranacea, crebre minutim pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata, rarius efoveolata vel plurifoveolata. – Novo-Caledonia: Vieillard n. 235 (Balade); Pancher c. ind. „Mus. Néocal. n. 224"; Balansa n. 146 (Nouméa).

* * Foliola subaequilatera, vix curvata

○ Foliola impunctata; fructus materia spumificante destitutus

12) G. ovalis Radlk.: Foliola 2—6, ovalia, utrinque subacuta vel apice obtusiuscula, immo emarginata, interdum subtridentata, saepius 1-foveolata; flores majusculi. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1448 (pr. Bourail).

13) G. diplopetala Radlk.: Foliola 6—11, oblongo- vel lineari-lanceolata, acuminata, coriacea, nervis lateralibus arcuato-adscendentibus, obscurius plurifoveolata.

Forma 1. genuina: Foliola integerrima, supra subtusque opaca, nervis lateralibus sat validis subtus valde prominentibus insigniter arcuatis. — Penang; Sumatra: Korthals, Zolling. n. 771 z (prov. Lampong); Bangka: Teysm. (Hort. Bog. n. 14458, 14548); Java: Zolling. n. 3662,2; Moluccae: de Vriese, Teysm.

Forma 2. dentata: Foliola remote crenato-dentata; reliqua ut in F. 1. — Sumatra: Teysm. (Hort. Bog. n. 3741).

Forma 3. microcarpa: Folia subtus nitidula, ceterum ut in F. 1; fructus fere dimidio minores ac in F. 1. — Celebes (Lepo-Lepo pr. Kandari): Beccari it. sec. n. 6.

Forma 4. borneensis: Foliola longius acuminata, subtus nitida, nervis lateralibus debilioribus. — Borneo: Korthals.

○ ○ Foliola pellucide punctata; fructus spumam efficiens

14) G. patentinervis Radlk.: Foliola 4—8, ex oblongo lanceolata, in acumen longiusculum obtusum protracta, chartacea, nervis lateralibus patentibus, dense minutim pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata. (Sepala magis petaloidea quam in G. diplopetala.) — Moluccae: de Vriese & Teysm. (ins. Buru); Teysm. (Amboina, Hila; Hort. Bog. n. 1889).

15) G. leptoneura Radlk.: Foliola 2—6, lanceolata, utrinque acuta, vix acuminata, subcoriacea, nervis lateralibus gracilibus subtus vix prominentibus patulis, pellucide punctata, efoveolata vel interdum 1-foveolata. — Celebes: Beccari it. sec. n. 7'''' (Lepo-Lepo pr. Kandari); Riedel (Gorontalo).

Sectio II. Hemigyrosa (Genus Hemigyrosa Bl., spec. excl.): Sepala late imbricata, exteriora breviter ovata, obtusa, interiora suborbicularia; discus interruptus et quidem plerumque semilunaris, rarius inaequalis tantum vel inaeqaliter lobatus (interdum in G. pleuropt. et G. rigidiusc. nec non in G. glaucae f. genuina et in G. villosa); flores majusculi.

× Foliola subtus minutim tuberculato-papillosa (inde opaca, glaucescentia), rarissime subepapillosa (in nonnullis G. villosae speciminibus)

+ Rhachis foliorum superne alata vel certe marginata

* Rami petioli foliolaque subtus nec non supra in nervis flavido-pubescentia

16) G. pleuropteris Radlk.: Rhachis foliorum plerumque insignius alata; foliola 6—10, pellucide punctata, efoveolata. — Borneo: Korthals; Pulu Condor: Lanessan; ins. Natunas et Anambas: Baume n. 270 (Hb. Par.); Sumatra: Teysm. (Palembang; vulgo „Kajoe loeloep"; Hort. Bog. n. 3654); Malacca: Maingay n. 442 (Cup. pleuropt. β apiculata Hiern).

* * Rami petioli foliolaque glabrata, pilis vix ullis adspersa.

17) G. bijuga Radlk.: Rhachis foliorum apicem versus sensim dilatata et marginata; foliola 2—4, pellucide punctata, basi plerumque 1-foveolata. — Malacca: Wallich Cat. n. 8094 (Cup. pleuropt. α bijuga Hiern); Griffith n. 984, Dr. Stolizka (Cup. Griffithiana Kurz).

+ + Rhachis foliorum nuda

* Foliola submembranacea

18) G. pubescens Radlk.: Foliola 6—13, elliptico- vel inferiora ovato-lanceolata, acuminata, basi valde inaequalia, in petiolulos sat longos abruptius attenuata, praesertim subtus petiolique ramique pilis adpressis flavidis dense sericeo-pubescentia, denique glabriuscula, impunctata, plerumque 1-foveolata. — Java: Zollinger n. 1105 (Sapind. pubesc. Z. & M.); Sumatra (Hort. Bog. n. 610, vulgo „Silaka", Arytera Silaka Miq.; n 613 „Katjang Katjang"; n. 4400 „Kajoe hoeroen"); Bangka (Hort. Bog. n. 3249 „Poelis"); Malacca: Griffith n. 982, Maingay n. 436 (Cup. pallidula Hiern, ex Hiern in lit.).

* * Foliola rigide coriacea, margine plerumque revoluta

19) G. glauca Radlk.: Foliola plerumque 2—4, lanceolata, obovato-oblonga ellipticave, in petiolulos complanatos cuneatim abruptiusve attenuata, plerumque 6—10 cm longa, glabrata vel subtus pilis adpressis flavescentibus sericeo-pubescentia, saepius 1-foveolata; fructus valvae crassiusculae.

Forma 1. genuina: Fruticosa; foliola e lanceolato cuneata, impunctata, raro foveolata; flores, praesertim masculi, minores. — Novo-Caledonia: Labillardière; Vieillard n. 215, 314 (Balade); Pancher n. 784; Balansa n. 155 (Prony).

Forma 2. dendroides: Arborea; foliola majora, 10—14 cm longa, sparsim punctata, raro foveolata; flores minores. — Novo-Caledonia: Balansa n. 154 (pr. Nouméa), n. 2266 (Port-Bouquet), n. 2843 (in monte Mu).

Forma 3. psilocalyx: Fruticosa; foliola circ. 4, (subtus) densius pubescentia, punctis pellucidis grossiusculis adspersa, rarius subimpunctata, saepe foveolata; sepala vix basi puberula. — Novo-Caledonia: Deplanche

n. 277 (in monte Pum, Pic de Puebo); Balansa n. 3305; Pancher c. indic. „Mus. Néocal. 281" (nisi legendum 287).

Forma 4. trachycalyx: Fruticosa; foliola circ. 6, elliptica, in petiolulos longiores abruptius attenuata, subtus sericea, densius pellucide punctata, plerumque foveolata; sepala praeter margines adpresse pilosa. — Novo-Caledonia: Baudouin; Vieillard n. 776 (Calio); Balansa n. 1444 (pr. Bourail); Pancher.

20) G. villosa Radlk.: Foliola plerumque 6—8, obovata vel subelliptica, in petiolulos breves contracta, parva, foliorum superiorum certe 1,5—3 cm vix excedentia, praeter pubem teneram subtus in nervis nec non petioli ramique pilis longioribus patulis flavescentibus induta, inde partim villosa hirsutave, obscurius plurifoveolata, sparsim pellucide punctata, interdum vix papillosa; fructus valvae tenues.

Forma 1. subsericea: Foliola minora, saepius valde revoluta; petioli ramique subsericeo-villosi. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 211 ex maxima parte, n. 212 (Balade, Gatope, Poila, Canala); Balansa n. 159 (Congui), n. 159, a (Prony), n. 159, b (Prony; specimen anomalum, foliolis subtus subepapillosis), n. 1452 (Nouméa), n. 2275, 2275, a (Port Bouquet), 2275, b (Canala), n. 3513 (Dotio).

Forma 2. dasyclados: Foliola majora; petioli ramique hirsuto-tomentosi. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 356 (St. Louis), sine no. (Port de France); Deplanche; Vieillard n. 211 partim, n. 214 (Balade; specimen anomalum foliolis subtus subepapillosis); Pancher c. indic. „Mus. Néocal. n. 217"; id. n. 787.

× × Foliola utrinque laevia (cfr. supra G. villosa)

\+ Fructus in stipitem insigniorem attenuati, margine loborum acuto

* Rhachis foliorum superne marginata

21) G. fusca Radlk.: Foliola plerumque 6, lanceolato-elliptica, utrinque acuta, fusca, sat dense minutim pellucido-punctata, plerumque plurifoveolata. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 219 (Fort de France); Deplanche; Vieillard n. 226 (Titema); Pancher c. indic. „Mus. Néocal. n. 23; coll. lign. n. LXXX"; Balansa n. 152 (Nouméa), n. 2273 (la Conception), n. 2274 (Lifu).

* * Rhachis foliorum nuda

22) G. pectinata Radlk.: Foliola 2—6, lanceolata, utrinque subacuta, rigide coriacea, sicca superne nervis lateralibus numerosioribus parallelis prominulis pectinato-striata, dense pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata; flores majores, pilosi. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 213 (Balade), n. 2408, 2410 (Gatope); Balansa n. 3306 (in monte Pum); Thibaut (Arama).

23) G. Perrottetii Radlk.: Foliola 4—8, lanceolata, interdum subfalcatim curvata, utrinque acuminata, submembranacea, dense pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata; flores sat magni. — Ins. philippinenses: Perrottet (Manilla); Haenke (Sorzogon); Llanos (loco accuratius non indicato; Hb. DC.).

\+ + Fructus supra stipitem brevissimum subito valde dilatati, plus duplo latiores quam alti, margine loborum tumido

24) G. rigidiuscula Radlk.: Foliola 6—8, ovato-lanceolata, acuminata, coriacea, rigidiuscula, punctis lineolisque pellucidis laxe adspersa, 1-foveolata. — N.-Guinea: Beccari it. sec. n. 8.

25) G. membranifolia Radlk.: Foliola 4—6, elliptica, acuminata, membranacea, obscurius sat dense pellucide punctata ac lineolata, plerumque 1-foveolata; paniculae singulae vel plures fasciculatae in ramis vetustioribus circ. 1 cm crassis. — N.-Guinea: Beccari it. sec. n. 9.

× × × Foliola —? Fructus alato-stipitati

26) G. pteropoda Radlk.: Fructus obovati, stipite 1-centimetrali adjecto 2 cm longi, 1 cm lati, loborum marginibus accutissimis deorsum in stipitis alas basin versus attenuatas continuatis. — N.-Guinea: Beccari it. sec. n. 16.

Sectio III. Dysguioa: Sepala anguste imbricata, exteriora triangularia, acuta, interiora anguste oblonga; discus annularis, interdum (praesertim in G. crenata) inaequalis vel interruptus; flores perparvi.

× Foliola subtus minutim tuberculato-papillosa

27) G. crenata Radlk.: Rhachis foliorum marginata; foliola plerumque 6—8, parva, 2 cm vix excedentia, ovalia, in petiolulos dilatatos attenuata, crenata, margine plus minus revoluta, rubro-fusca, juniora subtus adpresse puberula, pellucide punctata, obscurius 1- vel plurifoveolata. — Novo-Caledonia: Pancher c. indic. „Mus. Néocal. n. 609"; Balansa n. 1452 (Nouméa), 1452, a (inter Bourail et Canala), 2840 (in monte Mu).

× × Foliola utrinque laevia

28) G. microsepala Radlk.: Rhachis foliorum nuda; foliola 2—4, rhombeo-elliptica, utrinque acuta, rigide coriacea, fusca, dense pellucide punctata, plerumque 1-foveolata. — Novo-Caledonia: Pancher n. 5614; Balansa n. 2265 (Canala), 2842 (Dent de S. Vincent), 2842, a (in monte Mu), 3505 (in monte Humboldt).

NB. Hujus generis probabilissime species (an propria?) Sapindus Koelreuteria Blanco Ed. I (Koelreuteria arborea Blanco Ed. II).

31. Bei vielen *Guioa*-Arten treten die Inflorescenzen ebensowohl in den Achseln der Blätter auf, als an den unteren, entblätterten Theilen der Zweige, und zwar hier oft vorwiegend. Für die Charakterisirung der Arten erscheint deshalb die Stellung der Inflorescenzen gewöhnlich

nicht von Belang und konnte von Angaben darüber in der vorausgehenden Uebersicht Umgang genommen werden. Anders zeigte sich die Sache bei *G. membranifolia*, bei welcher nur die älteren der vorliegenden Zweige mit Inflorescenzen versehen sind, die jüngeren nicht. Es mag das gleiche oder das umgekehrte Verhältniss auch noch für einzelne andere Arten von Belang sein, doch fehlt zur Zeit das entsprechende Material, um ein Urtheil darüber zu gewinnen.

32. Bei vielen neucaledonischen Arten sind die Blätter ähnlich wie bei *Guioa glauca* mit einem weisslichen oder blaugrauen, reifartigen Ueberzuge auf der Oberseite bedeckt. Da aber bei derselben Art, ja bei Blättern desselben Zweiges dieses Verhältniss nicht regelmässig auftritt, so ist davon in der vorausgehenden Uebersicht keine Erwähnung geschehen. Bei *G. glauca* ist der Blattstiel deutlich, wie etwa bei *Cupaniopsis subcuneata* und deren Verwandten, mit einem in Schuppen sich ablösenden Wachsüberzuge bedeckt.

33. Die von Seemann (Flora Vitiens., 1865, p. 47) auf *Guioa lentiscifolia* bezogene *Aporetica pinnata* W. Hook. & Arn. (s. die Tabelle) aus den Gesellschaftsinseln habe ich nicht gesehen, ebensowenig wie das schon von Asa Gray (1854) mit einiger Reservation, von Seemann (a. a. O.) ohne solche eben dahin gerechnete *Guaiacum dubium* Forst. (Prodr., 1786, p. 32). Seemann's Deutungen sind jedenfalls mit Vorsicht aufzunehmen, da er an derselben Stelle, was sicher unrichtig, auch *Sarcopteryx stipitata* mit *Guioa lentiscifolia* zusammenwirft.

Wenn Hooker & Arn. zu *Aporetica pinnata* „Forst. Gen. tab. 66“ (1776) citiren, so ist das unrichtig. Dortselbst ist nur eine *Aporetica ternata* (tab. 66) und eine *Pometia pinnata* (tab. 55) aufgeführt. Aus letzterer hat erst De Candolle (Prodr. I, 1824, p. 610) eine *Aporetica*

pinnata gemacht, indem er die von Forster selbst in seinem Prodromus (1786, p. 74) unter Umwandlung der vorhin erwähnten *Aporetica ternata* in *Pometia ternata* und Anreihung derselben an seine *Pometia pinnata* herbeigeführte Vermengung von *Aporetica* mit *Pometia* gleichsam umkehrte und nun eine *Aporetica pinnata* neben *Aporetica ternata* aufzählte. Mit beiden Pflanzen hat die Pflanze von Hook. & Arn., wenn die Auffassung von Seemann richtig ist, nichts zu thun, ebensowenig wie mit der unter *Aporetica pinnata* DC. von Wight & Arn. (Prodr., 1834, p. 113) verstandenen *Euphoria Longana* Lam. oder wie mit der von Sprengel darunter, resp. unter *Pometia pinnata* Forst., verstandenen *Schmidelia? pinnata* DC., d. i. *Deinbollia pinnata* Schum. & Thonn.

34. Für *Guioa lasioneura* ist der Artbeiname aus einer nicht publicirten Bezeichnung der Pflanze, adoptirt, unter welcher mir dieselbe von Ferd. v. Müller gütigst mitgetheilt worden ist. In ähnlicher Weise ist der Artbeiname von *G. gracilis* und *G. villosa* aus der Sammlung von Pancher entlehnt.

35. Dass die Stelle, welche *Guioa Minjalilen* und *Guioa subfalcata* in der Uebersicht der Arten einnehmen, nur als eine provisorische zu betrachten sei, darauf ist oben schon durch den Beisatz „Discus non visus" hingewiesen. Für die Einordnung von *G. subfalcata* in die erste Section liegt, wie ich schon in der Abhandlung über die holländisch-indischen Sapindaceen (Sep. Abdr. p. 90) angeführt habe, ein Grund darin, dass Asa Gray, welchem Blüthenknospen der Pflanze vorlagen, dieselbe für *G. lentiscifolia* Cav. genommen hat. Im übrigen würde das Aussehen des von Asa Gray mir gütigst übersendeten Fragmentes mehr für eine Annäherung an *Guioa Perottetii* gesprochen

haben. Von dem anderen, gleichfalls auf *G. lentiscifolia* Cav. von Asa Gray bezogenen Exemplare, welches nicht aus den Samoa- oder Schifferinseln, sondern aus den Freundschaftsinseln (und zwar wie das in Zus. 33 erwähnte *Guaiacum dubium* Forst. aus Tongatabu) ist, aus welchen auch (nämlich aus Babao) die echte *G. lentiscifolia* herstammt, ist mir kein Theil zu Gesicht gekommen. Doch würde wohl, wenn dasselbe die echte *G. lentiscifolia* wäre, Asa Gray die Verschiedenheit der Blattunterseite gegenüber der als *G. subfalcata* hier bezeichneten Pflanze kaum entgangen sein.

36. Die unter *Guioa leptoneura* erwähnte Pflanze von Beccari (it. sec. n. 7'''' aus Celebes), welche ich in der Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens (Sep. Abdr. p. 42) „trotz gewisser Eigenthümlichkeiten" noch zu *Guioa regularis*, nun *Guioa diplopetala*, gerechnet habe, sehe ich mich nach erneuter Untersuchung veranlasst als eine besondere Art — *Guioa leptoneura* — anzusehen, welche noch näher als der *G. diplopetala* der *G. patentinervis* verwandt zu sein scheint. Die erwähnte Nummer aus Beccari's Sammlung ist also an der angeführten Stelle (p. 42) zu streichen und ebenso die durch ein Versehen (von n. 7''', *G. acutifolia*) dahin und in die Tabelle gekommene Standortsangabe „Key".

37. *Guioa glauca*, gleichwie noch manche andere in den Sectionscharakteristiken schon namhaft gemachte Art, zeigt eine schwankende Beschaffenheit des Discus. Darnach erscheint es, wie ich schon in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 274 hervorgehoben habe, fraglich, ob die beiden Sectionen *Euguioa* und *Hemigyrosa* sich dauernd werden aufrecht erhalten lassen, und jedenfalls bedingt das einige Unsicherheit in der Zuweisung einzelner Arten zu dieser oder jener der in Rede stehenden Sectionen. So habe

ich *G. glauca*, indem ich damals vorzugsweise die Originalexemplare Labillardière's im Auge hatte, in meiner Abhandlung über die holländisch-indischen Sapindaceen (Sep. Abdr. p. 90), in die erste Section gestellt, während ich mich jetzt veranlasst sehe, sie in die zweite zu versetzen. Jene Originalexemplare zeigen nämlich, wie das Labillardière in Bild und Wort richtig darstellt, einen ringsum ziemlich gleichbreiten, aber drei- bis vierlappigen Discus („discus 3—4-fidus"). Diese Lappung nun ist, wie sich bei der Untersuchung eines aus den neueren Sammlungen vervollständigten Materiales ergeben hat, der erste Schritt zu unregelmässiger Gestaltung des Discus. Durch eine tiefere Trennung der Lappen auf der einen Seite wird der Discus zu einem unterbrochenen; durch stärkeres Hervortreten eines Lappens zu einem ungleichseitig und schief entwickelten; durch das gleichzeitige Auftreten beider Verhältnisse auf entgegengesetzten Seiten wird er einseitig, halbring- oder halbmondförmig. Alle diese Verhältnisse finden sich, und zwar in überwiegender Häufigkeit gegenüber der einfachen Lappung des Discus, bei einer Reihe von Exemplaren neueren Datums, für welche eine Abtrennung von *G. glauca* als durchaus widernatürlich erschiene, wenn auch manche sehr wohl als besondere Formen aufgefasst werden können. Demgemäss erscheint mir nunmehr die Einstellung der Art in die zweite Section als die naturgemässere.

Betreffs der Originalien von Labillardière mag noch bemerkt sein, dass ich bei denselben die von ihm abgebildete junge Frucht nicht mehr vorgefunden habe. Trotzdem ist der Gedanke an eine allenfallsige Verwechselung mit der Frucht der gleichfalls von Labillardière gesammelten aber nicht beschriebenen *Cupaniopsis myrmoctona* durch die Bezeichnung jener Frucht als „capsula . . . vix matura . . . triquetra" ziemlich sicher ausgeschlossen.

Ueber die von Labillardière unerwähnt gelassene, wechselnde Bereifung der Blätter sieh oben in Zusatz 32.

38. Von der für *Guioa membranifolia* charakteristischen Stellung der Inflorescenzen war schon oben in Zusatz 31 die Rede.

39. Als eine Art von *Guioa* und wohl nahe stehend der *G. Perrottetii*, wenn nicht damit zusammenfallend, betrachte ich ebenso, wie schon Blume (Rumphia III, 1847, p. 165), die als *Sapindus Koelreuteria* und später als *Koelreuteria arborea* von Blanco bezeichnete Pflanze (s. d. Abh. über *Sapindus* etc. p. 301 n. 47 und p. 359). Dagegen kann ich in *Molinaea arborea* Blanco nicht ebenfalls, wie Blume, eine Cupaniee erblicken. Der Deutung Blume's ist schon die Angabe Blanco's über die Gegenständigkeit der Blätter nicht günstig, und die veränderten Angaben, welche Blanco in der zweiten Ausgabe seiner Flora macht („Nectario globoso con ocho dientes; estambres ocho, collocados en el apice y dientes del nectario, y divergentes . . .") scheinen mir eher auf eine Meliacee hinzudeuten. Zwar findet sich im Hb. De Candolle, von Llanos, dem Mitarbeiter Blanco's, mitgetheilt, ein Fruchtexemplar von *Guioa Perrottetii* (s. d. Uebersicht) mit der Bezeichnung „Molinaea Blanco." Aber damit ist, wie ich in einem ähnlichen Falle schon anderwärts hervorgehoben habe (s. holländ.-ind. Sapindaceen, Sep. Abdr. p. 31, unter *Otophora*), eine Sicherheit für die Identität der vorliegenden mit der von Blanco gemeinten Pflanze durchaus nicht gegeben. Die von Llanos an De Candolle mitgetheilten Pflanzen scheinen nichts weniger als Originalien von Blanco oder auch nur mit solchen verglichene Pflanzen zu sein. Sie scheinen vielmehr, wie ich nicht blos aus den beiden hier berührten, sondern aus noch weiteren ähnlichen Fällen, in welchen die von

Llanos übersendeten Pflanzen zu den bezüglichen Beschreibungen Blanco's ebensowenig wie hier passen, entnehme, wenigstens grossentheils nur von Llanos selbst auf die Beschreibungen Blanco's mit mehr oder minder Glück und unter vielleicht zu grosser Rücksichtnahme auf die Deutungen, welche die Beschreibungen Blanco's inzwischen erfahren haben, bezogene Pflanzen zu sein, so dass auf dieselben für die Interpretation Blanco's nicht unmittelbar zu bauen ist.

40—42: Zusätze zur Gattung Jagera.

40. Uebersicht der Arten von

Jagera Bl. (sp. excl.).

1) J. pseudorhus Radlk.: Foliola 10—20, serrata, basi acuta.

Forma 1. genuina: Foliola 10—16, minora; paniculae breviores; petioli ramique dense tomentosi. — Australia orientalis (Queensland, N. S. Wales).

Forma 2. pilosiuscula: Foliola 14—20, majora; paniculae longiores; petioli ramique pilosiusculi. — Australia orientalis calidior (Rockingham Bay): Wawra n. 628, 703.

2) J. serrata Radlk.: Foliola circ. 40, serrulata, basi obtusa vel inaequaliter subcordata. — Moluccae: Amboina (Zippel; Reinwardt n. 1439, „Kajoe Kalappa"; Hb. Lugd.-Bat.), Buton, Buru (Labillardière, Hb. Webb); N.-Guinea (t. Blume).

41. Ein bemerkenswerther gradweiser Unterschied der beiden Arten, dessen Constanz aber erst noch zu prüfen ist, findet sich in der Beschaffenheit der Cotyledonen, welche bei der zweiten Art beide erst abwärts und dann wieder aufwärts (S-förmig) gebogen sind, während bei der ersten

Art nur die Abwärtsbiegung und kaum für den inneren wieder eine geringe Aufwärtsbiegung durchgeführt erscheint.

42. Dass in dem Namen des für die zweite Art in der Tabelle angeführten Synonymes *Garuga javanica* Bl. der Artbeiname nicht auf ein Vorkommen der Pflanze auf Java bezogen werden darf, und nur aus einer irrthümlichen Deutung des Vorhandenseins der Pflanze im Garten zu Buitenzorg entstanden ist, hat Blume selbst schon (Rumphia III, 1847, p. 155) hervorgehoben. Nach welcher Quelle Blume das Vorkommen der Pflanze auch auf Neu-Guinea angibt, ist mir unbekannt. Die Exemplare von Zippel, auf dessen Notizen er sich bezieht, sind, so weit sie mir vorliegen, nicht von dort her, sondern aus Amboina. Aus den Molukken sind auch, wie Roxburgh angibt, die von ihm als *Sapindus serratus* beschriebenen (im Hb. Martius befindlichen) Exemplare.

43—45: Zusätze zur Gattung Lepidopetalum.

43. Uebersicht der Arten von

Lepidopetalum Bl.

1) L. Perrottetii Bl.: Foliola 6—8, inferiora ovata, superiora oblongo-lanceolata, angustiora latiorave, brevius longiusve acuminata, subtus in axillis nervorum plerumque dense crispato-barbata; inflorescentiae praesertim ad partem ramorum inferiorem supra cicatrices foliorum delapsorum fasciculatae vel subglomeratae, foliis multo breviores; fructus (junior) obverse deltoideus, estipitatus. — Ins. philippin.: Perrottet n. 120 (ao. 1829; Hb. Webb, Deless.); Cuming n. 1036, 1169, 1170; Haencke (Luzon ad Sorzogon); Wilkes Exped. (Caldera); ins. Key: Beccari it. sec. 14'''.

2) L. Jackianum Radlk.: Foliola 6—8, inferiora ovata, superiora oblongo-lanceolata, breviuscule obtuse acuminata, subtus in axillis nervorum vix pilosula; inflorescentiae ad apices ramorum axillares, solitariae, foliorum superiorum rhachin subaequantes; fructus obovatus, subclavatus, conspicue stipitatus. — Ins. Nicobaricae (Katchall): Jack (Wallich Cat. n. 8552, Connarus? Jackianus; specimen non vidi); Kurz.

3) L. montanum Radlk.: Foliola 6—8, rarius 4, angustiora, inferiora ovato-lanceolata, superiora lanceolata, omnia supra medium in acumen longum acutum angustata, subtus in axillis nervorum lateralium arcuatorum vix pilosula, saturatius viridia; inflorescentiae ad apices ramorum paniculatim congestae, folia superiora aequantes. (Fructus ignotus.) — Sumatra: Korthals (2000—3000′ supra maris aequorem); Junghuhn (in sylvis circa Tobing, prov. Hochangkola, alt. 3000′).

44. Die ersterwähnte Pflanze ist dieselbe, welche Cambessedes *Cupania Perrottetii* genannt hatte, wie schon Blume vermuthete, und wie ich nach autoptischer Vergleichung bestätigen kann. Nicht zu verwechseln ist damit die aus *Hemigyrosa Perrottetii* Bl. hervorgegangene *Guioa Perrottetii.*

45. Bezüglich *L. montanum* ist es auffallend, dass der scharfsichtige Blume die Pflanze nicht zu seiner Gattung *Lepidopetalum*, sondern zu *Arytera* gebracht hat. Wenn man dessen Beschreibung der Blumenblätter von *Arytera montana* mit der von *Arytera litoralis* und *Lepidopetalum Perrottetii* vergleicht, so ist deutlich eine grössere Aehnlichkeit mit *Lepidopetalum* als mit *Arytera* zu erkennen. Seine eigene Beschreibung spricht gegen seine Classification, und die Autopsie bestätiget diesen Widerspruch.

46—55: Zusätze zur Gattung Matayba.

46. Uebersicht der Arten von

Matayba Aubl. em.

Sectio I. Ratonia (Genus Ratonia DC., 1824): Fructus alato- vel subcoccato- 2—3-lobatus, infra medium in stipitem abrupte contractus; stylus apice in stigmata 2—3 intus papillosa recurvata divisus; petala parva vel rudimentaria; foliorum rhachis superne dilatata, submarginata; foliola glandulis seriem cellularum brevium exhibentibus basi immersis praesertim subtus ornata.

1) M. domingensis Radlk.: Foliola 2—8, ex oblongo-obovato cuneata, multinervia, dense pellucide punctata et breviter lineolata, saepius 1—3-foveolata; petala rudimentaria; discus glaber; stamina hirtella (germen non visum). — S. Domingo: Bertero n. 967; Cuba orient.: Wright n. 1151, 1604.

2) M. apetala Radlk.: Foliola 4—10, elliptica, multinervia, punctis pellucidis nec non lineolis reticulatis dense notata, plerumque 1-foveolata; petala rudimentaria; discus glaber; stamina glabra; germen puberulum. — Cuba: Ramon n. 17, 41, 52, 202, 219, 337; Otto n. 221; Wright n. 2180; Jamaica: Macfadyen, March, Wilson (Hb. Hook.).

3) M. mexicana Radlk.: Foliola 6—12, oblonga vel subovalia, multinervia, punctis pellucidis lineolisque parvis sparsim notata, saepius plurifoveolata; discus glaber; stamina basi villosiuscula; germen dense sericeo-tomentosum. — Mexico: Galeotti n. 3492; Linden n. 734; Liebmann n. 10, 11.

Sectio II. Macaca (a nomine vulgari M. arborescentis „Macaca-apa-ipou"; cf. Aubl.): Fructus alato- vel subcoccato- 2—3-lobatus, in stipitem (solidum) plus minus abrupte

contractus; stylus superne lineis stigmatosis 2—3 suturalibus instructus, apice extimo interdum 2—3-lobus; petala sepalis majora, bisquamata; foliola glandulis minutissimis breviter stipitatis ornata vel eglandulosa.

× Stylus praelongus, germine biloculari suborbiculari plus duplo longior, apice paullulum incrassatus, sublobatus

4) M. macrostylis Radlk.: Foliola impunctata, hypodermate spurio (interdum in stratum staurenchymatis — „Pallisadengewebe" — evoluto) nec non cellulis pluribus sclerenchymatico-pachydermicis prope paginam superiorem instructa; discus tomentosus; fructus junior obcordato-bilobus, lobis compressis, endocarpio margine et juxta seminis insertionem villoso. — Guiana anglica: Schomburgk n. 783, 1573; in Brasiliae prov. Pará et Alto-Amazonas: Riedel n. 1294 (pr. Borba); Spruce n. 1578 (ad ostium flum. Solimoës).

× × Stylus germine vix longior

\+ Fructus mediocriter stipitatus, stipite loculos fructus subaequante; foliola pellucide punctata, pilis minutissimis basi dilatatis clavelliformibus aliisque setulosis plus minus bibrachiatis in pagina inferiore obsita

5) M. arborescens Radlk.: Foliola 2—9, (sicca) fuscescentia, hypodermate nullo, dense et grossiuscule pellucido-punctata, efoveolata, insignia venarum e nervis (praesertim e nervo mediano) enascentium parallelarum multitudine; discus glaber vel pilis singulis adspersus; endocarpium glabrum. (Cortex canescens, lenticellosus.) — Guiana gallica: Aublet; Leblond n. 60 (Cup. laevigata L. Cl. Rich.); Gabriel; Richard („Makanoulé" Galibis); Martin; Poiteau; Perrottet; Leprieur n. 325; Sagot n. 1185; Mélinon (La Mana); Guiana Batava: Wullschlaegel n. 924, 1696; Splitgerber n. 811, 922 (Hb. Horti Lugd.-Bat.); Hostmann 600,a; Kappler n. 1829 (Thouinia polygama, non Mey., Miq.); Guiana

anglica: Schomburgk n. 622, 814, 953, 1499; Brasiliae prov. Pará et Alto-Amazonas: Martius (Pará, Ega); Riedel n. 1465 (Rio Negro); Poeppig n. 2766 (Ega); Spruce n. 1329/3, 1747 (Barra), n. 2744 (fl. Uaupès; Hb. Franquev.); India occident.: Ryan, Rohr (Cup. discolor Vahl); Crüger (Trinidad); Caley (St. Vincent, Hb. Turcz., Deless.; Ratonia sp. Turcz.).

6) M. floribunda Radlk.: Foliola 2—6, (sicca) viridia, hypodermate instructa, obscurius pellucide punctata; discus tomentellus. (Nec fructus, nec flores femineos vidi.) — Mexico pr. Teapa (Tabasco): Linden.

\+ + Fructus longissime stipitatus, stipite loculos fructus ter quaterve superante

7) M. longipes Radlk.: Foliola plerumque 6—8, membranacea, oblongo-lanceolata, in petiolulos abruptius attenuata, pellucide punctata, efoveolata, cellulis nonnullis sclerenchymatico-pachydermicis prope paginam inferiorem instructa; discus tomentellus; fructus 2—3-locularis, alato-lobatus, lobis divaricatis; endocarpium dense tomentosum. — Venezuela (prope coloniam Tovar): Fendler n. 1748.

8) M. tovarensis Radlk.: Foliola plerumque 6—8, coriacea, lanceolata, in petiolulos sensim angustata, pellucide punctata, efoveolata, cellulis sclerenchymatico-pachydermicis prope paginam inferiorem instructa; discus tomentosus. (Hic inserenda videtur, etsi fructus ignoti sunt.) — Venezuela (Tovar): Karsten n. 3.

Sectio III. Apiomatayba: Fructus stipitatus, 2—3-gono-pyriformis, subclavatus vel obverse pyramidatus (in pluribus non visus), endocarpio glabro, glanduloso vel parce piloso; flores plurium perparvi.

× Discus glaber vel vix pilis singulis adspersus (in M. robusta)

\+ Flores parvi; inflorescentiae saepius fasciculatae vel subfasciculatae, basi divaricato-ramosae

* Foliola dentata, foveolata

9) M. scrobiculata Radlk.: Foliola 4—8, obscurissime pellucide punctata et lineolata; paniculae plerumque divaricato-ramosae vel subfasciculatae, folia subaequantes; fructus obcordato-pyriformes, endocarpio glanduloso. — Novo-Granata et Venezuela: Ryan et Rohr („America meridionalis; vulgo Culo de Hiéro"); Humboldt n. 1429 (Turbaco; Hb. Willd. n. 7255 „Cup. glabra" ed. Schlecht.); Bertero n. 2155 (S. Martha); Schlim n. 902 (S. Martha); Karsten (Llano del Orenoco & Sabanilla, Magdalena; vulgo „Sabatero"); Duchassaing (Panama); Fendler n. 2316 (Tovar).

* * Foliola integerrima, efoveolata

10) M. Spruceana Radlk.: Foliola 6—10, oblongo-lanceolata, obscurius minutim pellucide punctata; paniculae folia dimidia subaequantes, fasciculatae; fructus subclavatus, stipite basi supra insertionem staminum in annulum puberulum discum glabrum obtegentem dilatato. — Bras. prov. Pará (pr. Santarem): Spruce n. 774 a & b, n. 971.

11) M. inelegans Radlk.: Foliola 2—4, elliptico-lanceolata vel subobovata (in speciminibus Schomburgkianis), acuminata, utrinque reticulato-venosa, obscurius minutim pellucide punctata; paniculae perbreves, foliis multoties breviores, fasciculatae; fructus clavato-pyriformes. — Brasilia septentrionalis: Spruce n. 2956; Guiana anglica: Schomburgk n. 381.

12) M. robusta Radlk.: Foliola 2, ovato-lanceolata, acuta, basi in petiolulos abruptius coarctata, crasse coriacea, utrinque reticulato-venosa, obscurius dense et minutim pellucido-punctata. — Bras. prov. Alto-Amazonas: Spruce n. 2525 (pr. Panurè ad Rio Uaupès).

\+ + Flores majusculi; inflorescentiae axillares solitariae

13) M. peruviana Radlk.: Foliola 8—14, multinervia, breviter lanceolata, parva (circ. 3 cm longa), subtus

pilosiuscula, punctis lineolisque parvis pellucidis notata, plurifoveolata, foveolis rotundis barbatis. (Ramuli petiolique ferrugineo-tomentosi; fructus ignotus.) — Peruvia orientalis: Spruce n. 4619 (in monte Guayrapurima pr. Tarapoto).

14) M. laevigata Radlk.: Foliola 2—4, paucinervia, ex ovali lanceolata, obtuse acuminata, margine revoluta, crassiuscule coriacea, glabrata, supra laevissima, splendentia, punctis pellucidis majoribus (siccitate interdum in pagina superiore prominentibus) lineolisque sparsim notata. (Cortex candicans; fructus ignotus; anne magis affinis M. guianensi?) — Surinam: Hostmann n. 1037.

× × Discus puberulus

15) M. opaca Radlk.: Foliola 4—8, ex obovato-oblongo cuneata vel oblongo-lanceolata (in speciminibus Spruceanis), coriacea, margine revoluta, utrinque opaca, attamen laeviuscula, pellucide punctata et lineolata, efoveolata; inflorescentiae subfasciculatae, folia subaequantes. (Fructus ignotus; anne maxime affinis M. Spruceanae?) — Surinam: Kappler n. 744; Hostmann n. 1279; Bras. prov. Pará: Spruce n. 3402 (ad flum. Casiquiari etc.)

× × × Discus tomentosus

+ Foliola foveolata, foveolis barbatis, hypodermate instructa

16) M. paucijuga Radlk.: Foliola 2—4, ex obovato-oblongo cuneata vel suboblonga, ad 15 cm longa, 6 cm lata, nervis lateralibus inferioribus longioribus magis distantibus, punctis pellucidis lineolisque ramificatis notata, utrinque opaca, novella (nec non inflorescentiae) pilis bibrachiatis vestita. — Brasilia („Rio de Janeiro?"): Widgren (ex Hb. Regnell comm. c. Mus. Holm.).

17) M. glaberrima Radlk.: Foliola circ. 4, oblonga, utrinque parum acutata, ad 11 cm longa, 4,5 cm lata, nervis lateralibus aequalibus aequidistantibus, pellucide

punctata et lineolata, supra nitida vel utrinque opaca; inflorescentiae pilis bibrachiatis vestitae; fructus brevius stipitatus, obverse triquetro-pyramidatus, subtricornis, truncatus; endocarpium circa seminis insertionem tantum tomentosum. — Panama: Duchassaing; Seemann n. 289 („Cup. laevigata Miq." Seem. Bot. Herald. p. 93, n. 149).

+ + Foliola efoveolata, hypodermate nullo

* Foliola lanceolata

18) M. elegans Radlk.: Foliola 6—8, integerrima, utrinque glabra, nervis arcuato-patulis, pellucide punctata et lineolata, insignia epidermide paginae superioris (poroso-) punctata; germen trigono-ellipsoideum, tomentosum, stylo germine ipso longiore. — Novo-Granata (ad flumen Magdalena): Karsten (Hb. Vindob.).

* * Foliola late elliptica, larga (cellulis sclerenchymatico-pachydermicis prope paginam inferiorem vel superiorem quoque instructa; inflorescentiae breviores, subfasciculatae; fructus triangulari-pyriformis vel obovoideus, endocarpio praesertim margine et circa seminis insertionem piloso)

19) M. camptoneura Radlk.: Foliola 3—5, discoloria, subtus fuscescentia, supra plerumque livescentia, magna, late elliptica et obtuse acuminata, vel subovato-lanceolata et sensim acutata, nervis arcuato-adscendentibus, dense pellucide punctata; inflorescentiae axillares, ramosae, solitariae vel paucae fasciculatae; fructus triangulari-pyriformis, sensim in stipitem breviorem attenuatus. (Cortex fuscus, seriebus lenticellorum albidorum notatus; inflorescentiae fusco tomentosae. Habitu similis M. macrostyli et arborescenti). — Guiana anglica: Schomburgk n. 332, 348, 411.

20) M. purgans Radlk.: Foliola 3—5, concoloria, utrinque viridia, maxima (15—30 cm longa, 7—12 lata), late elliptica vel inferiora subovata, obtusissime acuminato-

apiculata, nervis patulis apice arcuatis, obscurius pellucide punctata; inflorescentiae breves, petiolum dimidium vix aequantes, plerumque 2—3 fasciculatim congestae; fructus trigono-obovoideus, breviter stipitatus, endocarpio laxe piloso. (Cortex subfuscus, seriebus lenticellorum albidorum in sulcis ramorum notatus; inflorescentiae subfusco-tomentosae.) — Bras. septentrionalis: Martius (ad Coari); Poeppig n. 2529 (ad Ega).

Sectio IV. Eumatayba: Fructus brevissime stipitatus, trigono-subglobosus vel -ellipsoideus, plerumque lignosus, verrucosus, endocarpio dense tomentoso, sarcocarpio saepius cellulis pachydermicis coacervatis foeto. (Discus omnium glaber.)

× Foliola supra laevia (reti venarum minorum vix prominente)

+ Foliola (sicca) utrinque vel subtus certe (rufo-) fuscescentia, supra saepius livescentia, vel utrinque livescentia; foliorum rhachis nuda

* Foliola utrinque subglabra

○ Foliola multinervia, nervis (lateralibus) rectiusculis patulis prope marginem foliolorum reticulatim anastomosantibus

21) M. d i s c o l o r Radlk.: Foliola 2—8, ex ovali oblonga vel obovata, crassiuscula, saepius conduplicata et recurvata, plerumque discoloria, subtus purpurascenti-fuscescentia, supra flavido-livescentia, punctis pellucidis sparsis obscurius notata, efoveolata, supra hypodermate instructa; fructus (juveniles) ellipsoidei, vix verrucosi. (Forma fructus inter omnes hujus sectionis species insignis.)

Forma 1. g e n u i n a: Foliola utrinque nitida; inflorescentiae ramuli cano-tomentelli. — Bras. prov. Bahia: Sello n. 110 (Terminalia discolor Spreng.), 226, 425 (Terminalia octandra Spreng. ed. Eichl.); Riedel n. 471; Blanchet n. 1664, 1691.

Forma 2. atropurpurea: Foliola subtus opaca, atropurpurea; inflorescentiae ramuli glabri, fusci. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Alto-Amazonas: Spruce n. 2790 (Uaupès).

22) M. sylvatica Radlk.: Foliola 2—12, lanceolata, utrinque subacuminata, fuscidula, sat dense pellucide punctata et lineolata, plerumque 1—2-foveolata, foveolis urceolatis; fructus trigono-subglobosi, verruculosi. — Bras. prov. Rio de Jan. et Minas Geraës: Riedel n. 251, 1067; Riedel et Langsdorff n. 670; Casaretto n. 558; Glaziou n. 798, 1588, 6113, 6115 (Serra dos Orgaos; vulgo Camboatá); Hb. Flumin. n. 51 (in Hb. Lugd.-Bat.; Minas Geraës).

○ ○ Foliola paucinervia, nervis (lateralibus) curvato-adscendentibus apice arcuatim anastomosantibus

23) M. guianensis Aubl. em.: Foliola 2—12, elliptico- vel oblongo- lanceolata, ovato-lanceolata, oblonga vel sublinearia, saepius hypodermate spurio instructa, subimpunctata vel punctis lineolisque pellucidis sat crebris notata, subtus plerumque 1-foveolata, foveolis urceolatis, rarius plurifoveolata vel efoveolata; fructus trigono-subglobosi, plus minus verrucosi. (Cortex subfuscus. Folia apice interdum foliolis rudimentariis, fere ut in Guarea, instructa.) Formis ludit variis, quarum praecipuae sequentes:

Flores minores; paniculae amplae, ramis subflaccidis, minus densiflorae

Forma 1. genuina: Foliola elliptico- vel oblongo-lanceolata, breviter petiolulata, reti venarum pallidiore instructa, subimpunctata, vix foveolata. — Guiana gallica: Aublet (Hb. Mus. Brit.); Leblond n. 62 (Hb. Deless.; Cupania laevigata L. Cl. Rich. part.); L. Cl. Richard (Hb. Franquev.).

Subforma subovalis: Foliola subovalia, basi subcuneato- vel acuminato-attenuata, insignius petiolulata, 1—plurifoveolata. — Guiana gallica: Leprieur n. 333; Martin.

Forma 2. laxiflora: Foliola ovato-lanceolata (interdum subfalcata) vel suboblonga (inferiora ovalia), in petiolulos longiusculos abruptius contracta, laxe pellucide punctata, plerumque 1-foveolata. — Brasiliae prov. Alto-Amazonas, Pará, Maranhão, Ceará: Spruce n. 118, 398, ?894, 1568 (Barra, Santarem; Cupania laxiflora Benth.); Martius (Barra; ad fl. Japurá etc.; Cupania micrantha Mart. partim; „in nonnullis locis secundum fl. Amazonum Parica dicta, nomine quo alias Mimosa acacioides Benth., pulverem sternutatorium praestans, insignitur" Mart. in scheda Hb. proprii); Riedel n. 1563 (Santarem); Don n. 122 (prov. Maranhão); Gardner n. 1500 (Crato, prov. Ceará).

Flores minores, paniculae contractae, ramis rigidioribus divaricatis, densiflorae

Forma 3. micrantha: Foliola oblonga vel oblongo-lanceolata, breviuscule petiolulata, insignius pellucide punctata et lineolata, 1-plurifoveolata vel efoveolata. — Brasiliae prov. Mato-Grosso, Goyaz, Minas Geraës, nec non Peruvia: Manso (Cujabá, prov. Mato-Grosso = Mart. Hb. Fl. bras. n. 274; Cupania micrantha Mart. partim); Pohl n. 225; id. n. 677 (ad Natividade, prov. Goyaz); Burchell n. 6583, 8364 (inter Natividade et Porto-Real); Gardner n. 3074 (prov. Goyaz); Regnell III, 356 (Uberava, prov. Minas Geraës); Riedel n. 555 (pr. Penha, Min. Ger.); Warming (Lagoa Santa); Haencke (Peruvia; Hb. Monac.).

Subforma pilosula: Foliola subtus pilosula. — Brasil. prov. Minas Geraës?: Pohl n. 1972 (inter Chapada et Sucuriú).

Subforma euphoriaefolia: Foliola subtus pilis adpressis glandulisque crebris adspersa. — Brasil. prov. Minas Geraës et Rio de Janeiro: St. Hilaire (Cupania euphoriaefolia Camb.); Glaziou n. 1587.

Subforma acutata: Foliola e basi ovata sublinearia, in acumen acutum acutata. — Brasil. prov. Minas Geraës: Sello B 2070, C 2021 (Presidio- de- São-João-Baptista).

Subforma sublinearis: Foliola angusta, lineari-lanceolata. — Brasil. prov. Goyaz et Minas Geraës: Riedel n. 2525 (Serra do Chapada); Warming (Lagoa Santa; „Cambotá branca vel Cambotá brava, rarius Mamma do porco, nomen speciei Zanthoxyli rectius datum").

Flores majores

Forma 4. fuscescens: Foliola breviter lanceolata, utrinque acuminata, fuscescentia. — Brasiliae prov. Rio de Janeiro: Mikan, Schott & Pohl n. 1948; Riedel „B" (Mandiocca); Riedel & Langsdorff n. 632; Gaudichaud n. 786 (Rio de Jan.; Hb. Franquev.).

Forma 5. livescens: Foliola breviter oblonga vel elliptica, crassiora, subcoriacea, plerumque conduplicata et recurvata, supra vel subtus quoque livescentia; paniculae rami crassiores; fructus insignius verrucosi. — Brasiliae prov. Bahia, Minas Geraës et Rio de Janeiro: Blanchet n. 108, 322, 3860 (Jacobina); Sello n. 1390, 1902; Claussen; Riedel „M" (Cabo-Frio).

Subforma macrosperma: Fructus majores; semina 16 mm longa, 11 lata. — Brasil. prov. Bahia: Dr. Wawra & Maly n. 126 (ao. 1859—60; cf. p. 522 n. 212).

* * Foliola subtus (petiolique ramique) molliter subferrugineo-pubescentia

24) M. mollis Radlk.: Foliola sat magna, plerumque 6—12 cm longa, oblonga, subacuta, subimpunctata, efoveolata; fructus trigono-globosi subverrucosi. — Bras. prov. Minas Geraës (et Bahia?): Riedel n. 1089; Sello n. 1217, 2021, 2069; Claussen n. 327; Weddell n. 1536, 1684.

25) M. punctata Radlk.: Foliola parva, 1,5—3 cm longa, ovalia vel suborbicularia, dense grossiuscule pellucido-punctata, obscurius plurifoveolata. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Minas Geraës (et Bahia): St. Hil.; Pohl n. 680; Olfers.

\+ + Foliola (sicca) viridia vel flavescenti-viridia (parva), juniora tantum (praesertim superne) fuscescentia; foliorum rhachis marginata vel subalata

26) M. marginata Radlk.: Foliola 14—18, integerrima, ovalia vel suboblonga, obtusa vel subacuta, pellucide punctata, plurifoveolata; germen pilis laxe adspersum; fructus trigono-globosi, extus glabri, laeves, pericarpio tenuiore.

Forma 1. genuina: Rhachis foliorum subalata; foliola 2—3 cm longa. — Bras. prov. Minas Geraës (et Bahia?): Sello n. 1040, 1113, 1389, 1901; Martius; Schüch; Claussen n. 291, 1528.

Forma 2. elongata: Rhachis foliorum submarginata; foliola 4—5 cm longa. — Brasilia: Sello n. 1271.

27) M. heterophylla Radlk.: Foliola 8—12, serrulata, ovalia vel brevius longiusve ovata, 2—6 cm longa, supra reti venarum pallidiore notata, laxe pellucide punctata, conspicue plurifoveolata; insignis racemis axillaribus simplicibus vix basi cincinnos pauperrimos (2-floros) gerentibus, saepius ante folia vel ex axillis foliorum rudimentariorum erumpentibus. — Bras. prov. Minas Geraës, Bahia et Pernambuco: Martius; Gardner n. 2800.

× × Foliola reti venarum utrinque prominente reticulato-venosa, hypodermate (incolorato) instructa, oblonga vel lanceolata (juniora praesertim superne fuscescentia)

28) M. grandis Radlk.: Foliola 5—9, permagna, 12—16 cm longa, nervis lateralibus sat numerosis robustioribus plus minus arcuatis, reti venarum laxo subtus magis quam supra conspicuo, supra fere laevia, flavescenti-viridia, subtus adpresse pilosiuscula, denique glabrata, sparsim pellucide punctata, efoveolata. — Bras. prov. Rio de Janeiro: Pohl & Schott n. 678; Lhotsky; Mikan; Riedel.

29) M. juglandifolia Radlk: Foliola plerumque 8 (4—8), majora, 8—15 cm longa, multinervia, nervis debilioribus rectiusculis patulis, reti venarum laxiore instructa, supra splendentia, flavescenti- vel glaucescenti-viridia, concoloria vel subtus pallidissime subfusca, obscurius et spurie (i. e. rupturis diachymatis siccitate ortis) pellucide punctata et lineolata, efoveolata vel obscurius foveolata. — Bras. prov. Rio de Janeiro et Minas Geraës: St. Hil.; Pohl n. 1629; Regnell III, 356×, 428, 4037; Warming (vulgo „Caxua branca" et „Paó pombo").

30) M. elaeagnoides Radlk.: Foliola 4—10, minora, 4—8 vel rarius 11 cm longa, paucinervia, nervis arcuato-adscendentibus, reti venarum perangusto supra albicante instructa, inde supra denique subargentea, subtus pallide subfusca, margine plerumque revoluta, punctis lineolisque pellucidis praesertim spuriis (cf. anteced.) notata, plurifoveolata, foveolis plus minus urceolatis. (Cortex subfuscus vel canescens.) — Respublica Argentina, prov. de Corrientes: Bonpland n. 593; Paraguay: Balansa n. 2474, 2474 a, 2475; Bras. prov. S. Paulo et Minas Geraës: Sello n. 193, 271, 273, d 1513, d 2053, d 3141, 4886, 5040; Martius; Riedel AA; Lund

1011; Burchell n. 3977; Regnell n. 423, 455, 832, 4038, 4039, II 38; Widgren n. 1083, 1123, 1184.

47. Für *Matayba domingensis* hat schon Grisebach in Pl. Wright. und Catal. Pl. Cub. unter den Bezeichnungen *Cupania apetala* und *Cupaniu spathulata* erwähnt, dass kleine Blumenblätter vorhanden sind. Sie sind aber auch bei der echten *Cupania apetala* Macfed., d. i. *Matayba apetala*, vorhanden, wenn auch nur kümmerlich entwickelt. Dass Grisebach mit Unrecht auf letztere Art die Früchte von *Cupania juglandifolia* A. Rich., welche mit *Cupania macrophylla* A. Rich. zusammenfällt, bezogen hat, wurde schon in Zusatz 19 erwähnt.

M. domingensis und *apetala* sind die einzigen Arten der Gattung, welche den grossen Antillen angehören, die erstere Cuba und S. Domingo, die andere Cuba und Jamaica. Nicht sie selbst, wohl aber eine nächst verwandte Art, *M. mexicana*, findet sich in Mexico. Aus den kleinen Antillen ist nur die hauptsächlich dem südamericanischen Festlande angehörige *M. arborescens* bekannt.

48. *Matayba arborescens* und *Matayba guianensis*, welch letztere die eigentliche Grundlage der Gattung bildet, sind die verbreitetsten Arten der Gattung (s. d. Uebersicht). Da beide zum Theile in denselben Gebieten vorkommen (Guiana und Amazonas-Gebiet), so findet man sie in den Sammlungen häufig unter einer und derselben Bezeichnung zusammengeworfen, obwohl sie auch im nicht fructificirten Zustande durch Eigenthümlichkeiten der Rinde, (Farbe, Lenticellen) und der Blättchen (Venennetz, durchsichtige Punkte etc., s. d. Uebersicht) leicht zu unterscheiden sind.

Von beiden Arten sind Aublet'sche Originalien im britischen Museum vorhanden. Dass dort auch eine gar nicht zu den Sapindaceen gehörige Pflanze aus Aublet's

Sammlung als eine Varietät von dessen *Matayba guianensis* (durch Solander?) bezeichnet ist, welche, abgesehen davon, dass Aublet von einer Varietät seiner Pflanze mit kleineren Blättern spricht, nichts mit seiner Abbildung und Beschreibung zu thun hat, kann die richtige Auffassung seiner Darstellung im Zusammenhalte mit dem betreffenden Originalexemplare nicht beirren, ebensowenig wie der Umstand, dass Aublet zu eben dieser *Matayba guianensis* eine (vielleicht unter dem Baume gefundene, dem erwähnten Originale des britischen Museums übrigens nicht beiliegende) Frucht einer anderen Pflanze (vermuthlich einer Swartziee oder einer anderen Leguminose) abgebildet und beschrieben hat.

Von den auf Aublet folgenden Autoren hat schon der nächste, welcher *M. arborescens* und *guianensis* zugleich wieder vor Augen hatte, dieselben mit einander vermengt, nämlich L. Cl. Richard, bei Aufstellung seiner *Cupania laevigata* nach von Leblond erhaltenen Materialien. Die Beschreibung Richard's (in Actes de la Soc. d'Hist. nat. de Paris, I, 1792, p. 109: „C. petiolis teretibus, foliolis subtrijugis, oblongo-ovatis, glabris, tenuiter nervatis, floribus 8-andris") bezieht sich nach den Worten „petiolis teretibus, foliolis . . . tenuiter nervatis" sicher zumeist auf *M. arborescens*; aber das Hb. Deless., welches die Originalien von Leblond mit den handschriftlichen Bestimmungen Richard's enthält, weist unter der Etiquette „No. 62; *Cupania laevigata*" ein blühendes Exemplar von *M. guianensis* auf, neben welchem übrigens unter der Bezeichnung „No. 60; an diversa?" — diese Frage ebenfalls von Richard's Hand — auch ein Fruchtexemplar der *M. arborescens* sich findet. In seinem eigenen Herbare (jetzt Hb. Franqueville) hat Richard die wohl von ihm selbst gesammelten Exemplare der *M. arborescens* wieder mit einem anderen, von der unbeständigen Gestalt der Frucht (von deren Fächern bald alle 3,

bald nur 2, bald nur 1 voll entwickelt wird) hergenommenen, hier mit Stillschweigen zu übergehenden Namen bezeichnet, und ein blühendes Exemplar der *M. guianensis* hat er hier nur mit einem Gattungsnamen versehen.

Auf *Cupania laevigata* L. Cl. Rich. mit Recht bezogen finde ich Exemplare der *M. arborescens* (von Perrottet gesammelt) im Hb. Deless., weiter von Poiteau mitgetheilt (und wohl auch von ihm gesammelt) im Hb. Berol.; ferner von Jussieu bestimmt in dessen Herbar unter n. 11395, wahrscheinlich aus dem Hb. Richard, mit der Bemerkung „tiré d'un mélange sans nom".

Dieses letztere Exemplar der *M. arborescens* ist es ohne Zweifel, wie aus der unrichtiger Weise beigefügten Bezeichnung „*Vouarana guianensis* Aubl." entnommen werden kann, welches Cambessedes im Auge hatte, als er zu seiner aus *Vouarana guianensis* Aubl. gebildeten *Cupania Vouarana* als Synonym anführte „*Cupania laevigata* Rich. ined.", aus welcher Bezeichnungsweise zugleich hervorgeht, dass ihm die Publication der Pflanze durch Richard (1792) unbekannt geblieben war.

In ebenso unrichtiger Weise, wie hier zu *Vouarana guianensis* Aubl., hat Cambessedes eine Pflanze des Hb. Jussieu (n. 11365), irre geführt durch Jussieu's handschriftliche Angaben, auf *Matayba guianensis* Aubl. bezogen, nämlich ein von Aublet, der ja auch auf Mauritius gesammelt hat, herrührendes Exemplar von *Molinaea arborea* Gmel. em. Damit fällt zwar der Stützpunkt hinweg, welchen Bentham und Hooker (Gen. I, p. 400) für die Einstellung von *Matayba* Aubl. in die Synonymie von *Ratonia* gegenüber der irrthümlich) von Aublet unter *Matayba* abgebildeten, zweisamigen Frucht in der Angabe nur einer Samenknospe für jedes Fruchtfach bei Cambessedes (der auffälliger Weise den Fruchtknoten als zweifächerig beschreibt) gefunden zu haben glaubten; das alterirt aber die

thatsächliche Zusammengehörigkeit von *Ratonia* und *Matayba* nicht, da ja, wie schon oben erwähnt, die Abbildung jener Frucht unter *Matayba guianensis* bei Aublet zweifellos auf einem Irrthume beruht.

Die Abbildung eben dieser Frucht war es wohl, welche De Candolle (1824) veranlasste, eine Pflanze von Patris, welcher eine mit dieser Abbildung vergleichbare Frucht beiliegt, als *Matayba Patrisiana* zu bezeichnen. Es ist ein Irrthum, wenn ich diese im Hb. Prodromi noch vorhandene Pflanze in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. (p. 312 n. 11 und 18) als eine Art von *Inga* betrachtet habe, wie mich eine wiederholte nähere Durchsicht meiner Notizen über die Pflanze des Hb. Prodromi im Zusammenhalte mit den Angaben De Candolle's erkennen lässt. Von *Inga* ist die Pflanze durch die Anwesenheit eines Endblättchens verschieden, und nur in der allgemeinen Configuration des Blattes und in der Flügelung der obern Blattspindelabschnitte, worauf sich vorzugsweise mein Gedächtniss stützte, ist eine Annäherung an gewisse *Inga*-Arten vorhanden; weiter fehlen, wenn ich mich recht erinnere, die den *Inga*-Arten gewöhnlich zukommenden Drüsen an der Basis der Blättchenpaare. Immerhin aber glaube ich in Uebereinstimmung mit der oben versuchtenDeutung der von Aublet dargestellten Frucht, mit welcher auch die Bezeichnung des Samenkern's bei Aublet als „une amande légumineuse“ im besten Einklange steht, in De Candolle's Pflanze eine Leguminose, und wahrscheinlich eine Swartziee vermuthen zu sollen, wie ich auch in der Tabelle zum Ausdrucke gebracht habe. Möge diese Vermuthung Anstoss zu erneuter Untersuchung und endlicher Bereinigung dieser Pflanze geben, welche unter Rücksichtnahme auf anatomische Merkmale zweifellos wird zu erzielen sein.

Dass auch *Matayba guianensis* bei De Candolle (1824), was die darunter verstandene Pflanze von Bertero

aus S. Domingo betrifft (s. die Tabelle n. 474 und 386), nicht zu den Sapindaceen, aber auch nicht zu den Meliaceen, wie Cambessedes meinte, sondern zu den Burseraceen, nämlich zu *Hedwigia balsamifera* Sw. gehört, habe ich schon in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. (p. 312, 382) angegeben. Hier mag über den dort (p. 382) nach Bertero und Swartz für die Pflanze angeführten Vulgärnamen „Bois cochon" beigefügt sein, dass nach Bancroft (in Hook. Journ. IV, 1842, p. 139—141) dieser Name vielmehr der *Icica heptaphylla*, der *Hedwigia balsamifera* aber der Name „Sucrier de montagne" zukomme.

Was noch andere als die in diesem Zusatze schon berührten Synonyme zu *Matayba arborescens* und *guianensis* betrifft, so erscheint, da schon durch „!" in der Tabelle angedeutet ist, dass ihre Hieherbeziehung auf autoptischer Untersuchung beruht, ein weiteres Eingehen auf sie überflüssig.

Nur bezüglich zweier Pflanzen, zu deren Erwähnung im ersten Zusatze meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 324 die von Miquel unrichtiger Weise zu seiner *Cupania Aubletii*, d. i. *Matayba arborescens*, gebrachte *Thouinia polygama* G. Meyer Veranlassung gegeben hat, mag hier noch einiges zur vollständigen Klärung derselben und zur sicheren Unterscheidung von n. 668 der Tabelle beigefügt sein.

Es sind das die beiden in der eben erwähnten Abhandlung p. 324 bereits als Meliaceen und ebendort p. 313 n. 30 und 31 als Arten der Gattung *Trichilia* bezeichneten Pflanzen: *Thouinia polygama* (non G. Meyer) Miq. in Pl. Hohenack., Kappler n. 1642 und *Thouinia sp.* Griseb. in Pl. Hohenack., Kappler n. 2130.

Die erstere dieser Pflanzen, Kappler n. 1642, kann ich, auf die inzwischen erschienene Monographie der Meliaceen von C. De Candolle mich stützend, nunmehr als zu *Trichilia brachystachya* Klotzsch ed. C. DC. gehörig be-

zeichnen und den von C. De Candolle (l. c. p. 650) aufgeführten Materialien anreihen, von welchen ich Hostmann n. 347 und Schomburgk n. 315 (bei C. DC. heisst es wohl nur aus Versehen 1315) in Vergleich ziehen konnte.

Die andere, *Thouinia sp.* Griseb., Kappler n. 2130, welche bisher nur von Kappler gesammelt zu sein und in Folge der falschen Bestimmung Grisebach's überall bei den Sapindaceen eingereiht gewesen zu sein scheint, so dass sie sich der Aufmerksamkeit C. De Candolle's entziehen musste, stellt allem Anscheine nach eine neue Art dar — *Trichilia fuscescens* Radlk.[12])

---

12) Trichilia fuscescens Radlk.: Arbor; rami subfusci, parce lenticellosi, glabrati, superne in parte thyrsigera minutim cano-puberuli; folia 4-juga, foliolo terminali nec non petiolo 6—8 cm longo adjectis 2—3,5 dm longa, rhachi supra plana, subtus convexa, glabra; foliola inferiora minora, ovata, superiora oblonga, 8—10 cm longa, 3,5—4,5 lata, basi ovata petiolulis brevibus insidentia, apice breviter obtuse acuminata, submembranacea, nervis lateralibus utrinque 10—12 patulis suboppositis vel superioribus alternis subtus prominentibus, utrinque glabrata nec nisi juvenilia in nervis praesertim subtus adpresse puberula, opaca, fuscescentia, subtus pallidiora, lineolis subpellucidis ramificatis notata; inflorescentiae in parte ramorum superiore inter folia evoluta et novella laterales 6—8, bracteis (squamiformibus?) mox deciduis suffultae, 3—10 cm longae, inferiores (basi ramosae) paniculas, superiores thyrsos racemiformes exhibentes, flores ternos binosve in dichasia vel cincinnos simplicissimos subsessiles consociatos vel superne singulos gerentes, cano-pubescentes; flores albi (Kappler), pedicellos 3,5 mm longos aequantes; calyx extus cano-pubescens, 5-partitus, segmentis acutis; petala 5, anguste imbricata, oblonga, acuta, 3 mm longa, submembranacea, utrinque pulverulento-puberula, insuper extus superne pilis minutis adspersa; stamina infra medium connata, episepalia paullo longiora, superne angustiora et praesertim intus hirsuta, apice bidenticulata; antherae breves, ovatae, glabrae vel vix pilis singulis adspersae; germen pyramidato-conicum, dense subsericeo-tomentosum, disco carnoso lato glabro subcupulari cum staminibus connato insidens, disco bis terve longius, triloculare; stylus germen aequans, teretiusculus, apice glabriusculus; stigma capitatum, supra obscure trilobum; gemmulae in loculis

49. Kunth bezeichnet seine *Cupania scrobiculata*, d. i. *Matayba scrobiculata*, bei deren Aufstellung die *Cupania scrobiculata* L. Cl. Rich. vom Jahre 1792 (*Cupania reticulata* Camb., 1829) längst vergessen war, mit Unrecht als nahe verwandt der *Cupania glabra* Sw., und Willdenow bestimmte ein Humboldt'sches Originalexemplar der *M. scrobiculata* in seinem Herbare (n. 7255) geradezu als *Cu-*

---

binae, collaterales, pendulae. (Fructus ignotus.) — Guiana batava: Kappler n. 2130, ed. Hohenack. (ad. fl. Lava super., m. Dec.).

Die Pflanze scheint nach der Beschaffenheit des Discus am nächsten mit *Trichilia Caucana* C. DC. verwandt zu sein. Das Gleiche gilt von einer anderen mir vorliegenden und, wie ich glaube, noch unbeschriebenen Art, deren Charakteristik hier angefügt sein mag:

Trichilia cuneata Radlk.: Arbor (?); rami subfusci, lenticellis adspersi, glabrati, superne nec non inflorescentiae petiolique velutino-pubescentes; folia 4-juga, foliolo terminali nec non petiolo 3—5 cm longo adjectis 18—32 cm longa, rhachi subtereti molliter pubescenti; foliola inferiora minora, breviter ovalia vel suborbicularia, superiora ex obovato cuneata, circ. 15 cm longa, 7 lata, breviter petiolulata, apice abrupte breviter acuminata, margine subrevoluta, subchartacea, nervis lateralibus sat approximatis suboppositis vel superioribus alternis patulis subtus prominentibus, supra glabra et nitidula, subtus pube laxa molli ad nervos densiore induta, (sicca) pallide subfusca, dense minutim pellucido-punctata; paniculae ad apices ramulorum 4—6, axillares, foliis novellis circ. 2 cm longis suffultae, 3—8 cm longae, pedunculatae, densiflorae; flores breviter pedicellati, pedicellis alabastra subglobosa diametro 2—2,5 mm subaequantibus; calyx adpresse puberulus, 5-partitus, segmentis acutis; petala 5, anguste imbricata, ex ovato oblonga, acuta, vix 3 mm longa, carnosula, utrinque pulverulento-puberula, insuper extus pilis adpressis adspersa; stamina ima basi connata, superne vix angustiora et intus villosa, apice obtusa, vix emarginata; antherae breviter ovatae, apiculatae, parce pilosulae; germen pyramidato-conicum, dense villoso-tomentosum, disco carnoso lato subpatellari cum staminibus connato germinis basin cingenti supra villoso insidens, immo quodammodo immersum, disco vix longius, triloculare; stylus germine paullo longior, subteres, villosus; stigma capitatum, supra obscure trilobum; gemmulae in alabastro nondum evolutae. (Fructus ignotus.) — Guatemala: Friedrichsthal (ao. 1841; Hb. Vindob.).

pania glabra. Dieses Exemplar wurde, wie aus der Anführung desselben bei Schlechtendal und Chamisso (Linnaea, 1831) hervorgeht, die Veranlassung, dass eine wirklich mit *Cupania glabra* nahe verwandte Pflanze, die *Cupania dentata* nämlich, von den genannten Autoren mit der Kunth'schen Pflanze vermengt und so als dritte mit dem Namen *Cupania scrobiculata* bezeichnet wurde. Aber auch die echte *Cupania scrobiculata* L. Cl. Rich. sollte noch in Exemplaren, welche Miquel *Cupania guianensis* genannt hatte, mit der heterogenen *Cupania scrobiculata* Kunth verwechselt werden. Es geschah das durch Grisebach, welcher in der Bonplandia 1858 *Cupania guianensis* Miq. mit Unrecht als Synonym zu *Cupania scrobiculata* Kunth verbringt, auf welche er an dieser Stelle richtig Exemplare von Duchassaing aus Panama bezieht. In die Fussstapfen von Schlechtendal und Chamisso traten später W. Hooker und Arnott, indem auch sie Exemplare der *Cupania dentata* als *Cupania scrobiculata* Kunth bezeichneten (Bot. Beech. Voy., 1841).

50. Ueber *M. laevigata* und *M. opaca* vergleiche Zusatz 52.

51. *M. paucijuga* steht der *M. glaberrima* sehr nahe. Die Frage hinsichtlich einer allenfallsigen Vereinigung beider wird bei dem Bekanntwerden neuer, vollständigerer Materialien um so aufmerksamer in's Auge zu fassen sein, als die Angabe über die Heimat der ersteren der nöthigen Genauigkeit (und vielleicht auch der Sicherheit?) entbehrt.

52. Was die zu *M. glaberrima* gebrachte *Cupania laevigata* (non Miq.) Griseb. in Bonpl. 1858, coll. Duchassaing, betrifft, so habe ich, wie das in Klammern gesetzte Rufzeichen unter n. 142 der Tabelle andeutet, nicht das betreffende Exemplar selbst gesehen, wohl aber das allem

Anscheine nach ein Schwesterexemplar desselben darstellende im Pariser Herbare, welches Triana und Planchon unter „*Cupania laevigata* Miq., Seem." mit dem Namen *Cupania glaberrima* Duschass. erwähnt haben, und welches übereinstimmt mit der Pflanze, die Seemann unrichtiger Weise auf *Cupania laevigata* Miq. bezogen hat. Mit Recht bringt also Grisebach die Pflanze von Duchassaing mit der von Seemann (coll. n. 289) in Verbindung, nur verfällt er dabei in denselben Fehler wie Seemann, indem er so wenig wie dieser die *Cupania laevigata* Miq. davon unterscheidet, ein Fehler, der sich auch bei Triana und Planchon noch erhalten hat. *Cupania laevigata* Miq. hat mit *M. glaberrima* so wenig zu thun, wie die eine und die andere dieser Pflanzen mit *Cupania glabra*, mit der Grisebach ein Jahr später (1859, in Fl. Brit. W. Ind. Isl.) beide, d. h. *Cupania laevigata* Miq.-Seem., als eine Form mit ganzrandigen Blättern zusammengeworfen hat.

Cupania laevigata Miq. ist übrigens meines Erachtens selbst schon eine aus zweierlei Pflanzen, die ich als *M. laevigata* und *M. opaca* unterschieden habe (s. d. Uebersicht n. 14 und 15 und die in der Tabelle dazu angeführten Synonyme), gebildete Doppelart. Durch ein Versehen ist weiter der Name *Capania laevigata* auch noch zu *Terminalia dichotoma* durch Hohenacker auf den Etiquetten der von ihm edirten Sammlung gelangt (s. d. Tabelle n. 143). Ueber die mit all diesen Pflanzen nicht in Verbindung stehende *Cupania laevigata* L. Cl. Rich. ist schon in Zusatz 48 das Nöthige bemerkt worden.

53. *M. guianensis* ist schon oben in Zusatz 48 im Zusammenhange mit der anderen bereits von Aublet berührten Art, *M. arborescens,* in nähere Betrachtung genommen worden.

Ob eine oder die andere der Formen, welche ich als

Theile der Art betrachtet und mit möglichster Rücksichtnahme auf die geographische Verbreitung unterschieden habe, als eine selbständige Art aufzufassen sei, diese Frage muss der Zukunft zu beantworten überlassen bleiben. Ich konnte nach einem verhältnissmässig reichen Materiale, in welchem Uebergänge zwischen all diesen Formen in mannigfacher Weise vorhanden waren, vielfach aber nur in unvollständigen, bald nur mit Blüthen, bald nur mit Früchten versehenen Materialien, einigermassen scharfe Grenzen und Unterschiede von erheblicher Natur nicht auffinden, so sehr auch die Endglieder der ganzen Formenreihe von einander abzuweichen schienen. Manche dieser Formen nähern sich in einzelnen Stücken (Gestalt und Nervatur der Blättchen etc.) sehr den beiden vorausgehenden Arten, besonders die Form „*fuscescens*" der *M. sylvatica* und die Form „*livescens*" der *M. discolor*, deren zweite Form nach dem Bekanntwerden der Frucht wohl als eine besondere Art sich darstellen dürfte. Viel geringer ist, abgesehen von der Unterform „*pilosula*", welche die Brücke zu *M. mollis* bildet, die Aehnlichkeit mit den der *M. guianensis* (in der oben gegebenen Uebersicht) folgenden Arten.

54. Für *M. heterophylla* und deren angeblich essbare Früchte führt Martius (Hb. Fl. bras., Sep. Abdr. p. 150) den Vulgärnamen „Pitombeira" an. Dem liegt wohl nur eine Verwechselung mit *Talisia esculenta* oder einer verwandten *Talisia*-Art zu Grunde.

55. Zu den unter *M. juglandifolia* erwähnten Vulgärnamen „Caxua branca" und „Paó pombo" bemerkt Warming in seinem Herbare, dass dieselben seiner Meinung nach vielmehr gewissen Bäumen aus der Familie der Meliaceen und Terebinthineen zukommen.

56—59: Zusätze zur Gattung Mischocarpus.

56. Uebersicht der Arten von

Mischocarpus Bl.

× Endocarpium glabrum, totum vel fere totum sclerenchymaticum; fructus extus glabratus (species asiaticae)

\+ Flores petalis (vix unguiculatis) instructi

1) M. pentapetalus Radlk: Foliola 4—8, reticulato-venosa; petala squamuligera; discus et stamina hirsuta. — Silhet (t. Roxb).

2) M. fuscescens Bl.: Foliola 4—10, reticulato-venosa; petala esquamata; discus et stamina plerumque hirsuta. — Silhet: Wallich Cat. n. 8108; Hook. f. et Thoms. (Cupania n. 4); Tenasserim: Helfer n. 982/1 (Cupania Helferi Hiern, cf. p. 517 n. 133); Mergui: Griffith n. 987; Java: Blume; Zollinger n. 507 partim (cfr. M. sundaic.), n. 3266 (M. sundaic., non Bl., Zoll. ed. Turcz. 1863, p. 587); Borneo: Beccari n. 452; ins. philipp.: Cuming n. 507 (Schleichera subundulata Turcz.), 1456, 1483, 1734.

\+ + Flores apetali

3) M. sumatranus Bl.: Foliola reti venarum minus angusto supra subtusque prominente instructa; discus et stamina hirsuta. — Sumatra (t. Bl.).

4) M. sundaicus Bl.: Foliola supra laevigata, reti venarum angustissimo elegantissimo supra vix prominulo; discus et stamina subglabra. — Ins. Andam.: Kurz; Malacca: Griffith n. 991; Maingay n. 438; Singapore: Wallich Cat. n. 8092; Walker n. 271; Sumatra: Korthals; Teysm. (Cup. erythrorhachis Miq.); Java: Zolling. n. 507 part. (cf. M. fuscesc.), n. 2643; Celebes, Aru, Key: Beccari it. sec. n. 11, 12, 14"; N.-Guinea: id.

n. 13, 14'; ins. philipp.: Cuming n. 1387 (Schleichera revoluta Turcz.), n. 1389, etc. etc.

× × Endocarpium glabrum, juxta dissepimentorum ortum sclerenchymate destitutum; fructus extus glabratus; flores petalis unguiculatis supra unguem marginibus inflexis subsquamulatis instructi (species australienses)

5) M. exangulatus Radlk.: Foliola 2—6, subtus pubescentia, reti venarum inaequali laxiore instructa; petioli ramique juniores subtomentosi; discus glaber; stamina puberula; stylus indivisus, apice extus 3-stigmatosus. — Australia orientalis.

6) M. pyriformis Radlk.: Foliola 4—6, glabra, anguste reticulato-venosa; petioli ramique juniores pulverulento-puberuli; discus glaber; stamina hirta; stylus in stigmata 3 divisus. — Australia orientalis.

× × × Endocarpium villosum vel tomentosum; flores M. anodonti apetali, reliquarum ignoti (species australienses)

+ Fructus extus glaber; endocarpium juxta dissepimentorum ortum sclerenchymate destitutum

7) M. grandissimus Radlk.: Foliola plura, grandissima, 30—45 cm longa, 12—15 cm lata, ex ovali oblonga, apice abrupte acuminata, glabra, reticulato-venosa; petalorum vestigia sub fructu nulla; discus glaber. — Australia orientalis.

8) M. anodontus Radlk.: Foliola 2—4, mediocria, elliptica vel elliptico-lanceolata, utrinque acuta, glabra, laxius reticulato-venosa; petala nulla; discus, stamina, germen glabra; fructus longissime stipitatus. — Austr. orientalis.

+ + Fructus extus hirsutus; endocarpium totum sclerenchymaticum

9) M. lachnocarpus Radlk.: Foliola 2, elliptica, subtus pubescentia, reti venarum inaequali angusto instructa;

petioli ramique juniores ferrugineo-tomentosi; petalorum vestigia sub fructu nulla; discus hirsutulus; stamina glabra. — Australia orientalis.

NB. Hujus forsan generis species (suadente Blumeo) Pedicellia oppositifolia Loureiro (Cochinchina).

57. *M. sumatranus* und *M. fuscescens* stehen einander sehr nahe. Wenn sie überhaupt als besondere Arten aufrecht erhalten werden können, so wird das Unterscheidende für *M. sumatranus* mehr in dem Fehlen der Blumenblätter, das auch einzelne australische Arten auszuzeichnen scheint, zu suchen sein, als in der reicheren Gliederung des Blattes, in den zahlreicheren Seitennerven und der Farbe der Blättchen und in der oben (nach *Blume*) „trigonen" Blattspindel (gegenüber der runden von *M. fuscescens*), in welchen von Blume neben dem Fehlen der Blumenblätter hervorgehobenen Verhältnissen alle möglichen Uebergänge sich finden. Aus dieser Auffassung erklärt es sich, dass ich mehrfach Pflanzen, welche von anderen zu *M. sumatranus* gezogen worden sind, zu *M. fuscescens* rechne, so namentlich alle aus dem indischen Festlande und darunter auch die als *Cupania Helferi* von Hiern beschriebene (s. d. Tabelle n. 133, 293), bei welcher, entgegen dessen Angabe, Blumenblätter zu finden sind. Bei beiden Arten sind Staubfäden und Discus gewöhnlich ziemlich dicht behaart, doch ist zur Unterscheidung von *M. sundanus* weniger hierauf als auf die mangelnde Glätte der Blattoberfläche und das lockerere Venennetz Verlass zu nehmen, da wenigstens bei den aus den Philippinen vorliegenden, zu *M. fuscescens* zu rechnenden Pflanzen die erwähnte Behaarung oft kaum beträchtlicher ist als bei *M. sundaicus*, dem sie auch nicht ganz fehlt.

An *M. fuscescens* schliesst sich wieder sehr enge *M. pentapetalus* an, kaum durch etwas anderes, als die voll-

kommenere Ausbildung der Blumenblätter unterschieden. Das Original desselben ist im britischen Museum vorhanden.

Besonders bei *M. sundaicus* und *fuscescens* sind die Blättchen unterseits in den Nervenachseln gewöhnlich mit drüsenartigen Grübchen versehen. Doch bildet das keinen durchgreifenden Charakter.

58. Bei *M. grandissimus* finde ich den Samenmantel kahl, entsprechend der neueren Angabe F. v. Müller's (Fragm. IX, p. 91). Auch bei den übrigen Arten, soweit Früchte derselben vorliegen, besitzt er diese Beschaffenheit.

Ein durchgreifendes Einzelmerkmal für die Unterscheidung der australischen von den asiatischen Arten war nicht aufzufinden. Doch lässt sich unter Berücksichtigung von zweierlei Verhältnissen vor der Hand, und bis etwa die Vervollständigung der Materialien für die australischen Arten bessere Kriterien an die Hand gibt, folgende Unterscheidung treffen: Bei den asiatischen Arten sind die Früchte aussen und innen kahl und haben ein vollständig sklerenchymatisches Endocarp; die Früchte der australischen Arten sind entweder aussen und innen oder doch innen behaart, oder wenn beiderseits kahl, haben sie ein unvollständig sklerenchymatisches Endocarp.

59. Ob *Tripha* Noronha auf *Mischocarpus* zu beziehen sei, ist unsicher; der Vulgärname „Kihoè" kommt noch Pflanzen aus dreierlei anderen Gattungen zu (s. d. Tabelle n. 690). Gleichfalls unsicher ist das Verhältniss von *Pedicellia* Lour. zu *Mischocarpus*.

60—62: Zusätze zur Gattung Molinaea.

60. Uebersicht der Arten von

Molinaea Comm. ed. Juss.

(NB. Discus omnium tomentosus; endocarpium omnium glabrum.)

× Fructus ex obovato cuneatus

1) M. macrantha Radlk.: Foliola 4—6, sat magna, circ. 14 cm longa, elliptico- vel ovato-lanceolata, coriacea, pellucide punctata, plurifoveolata; inflorescentiae e ramis vetustioribus enascentes, laxiflorae nec nisi pedicellos 1-floros juxta rhachin ramosque, si qui sunt, gerentes; flores magni; calyx dense cano-puberulus; germen tomentosum. — Ins. Mauritii: Riche (Hb. Ventenat, nunc Deless.; Hb. Labillard., nunc Webb.).

× × Fructus infra seminum insertionem in stipitem longiorem brevioremve abrupte contractus

+ Fructus longiuscule stipitatus

* Foliola sat magna, coriacea, plurifoveolata

2) M. arborea Gmel. emend.: Foliola plerumque 6—10, lanceolata, 4—9 cm longa, pellucide punctata; inflorescentiae axillares, densiflorae, e cincinnis vel dichasiis compositae; flores majusculi; calyx dense flavide sericeo-tomentosus; germen stipitatum, adpresse tomentosum; fructus glabratus. — Ins. Mauritii et borbonica: Aublet (Hb. Juss. n. 11365), Commerson, Martin, Thouars, Néraud (Hb. Deless.), Richard, Boivin etc.; ins. Madagascar: Boivin.

3) M. cupanioides Radlk.: Foliola 2—4, plerumque ovalia, 3—7 cm longa, sparsim pellucide punctata; inflorescentiae axillares (ut in antecedente); flores minores; calyx subglaber; germen stipitatum, vix pilis singulis adspersum; fructus glaber. — Ins. Mauritii et borbonica: Aublet (Hb. Jacq., nunc Vindob.), Commerson, Thouars etc. etc.

* * Foliola parva, membranaceo-coriacea, subtus ad medium 1-foveolata

4) M. retusa Radlk.: Foliola plerumque 8—10, oblique ovalia, retusa, basi oblique attenuata subsessilia, sub-3-centimetralia (4 cm non excedentia), obscurius pellucide punctata; inflorescentiae axillares; flores mediocres; calyx et germen stipitatum adpresse cano-pu-

bescentia. — Madagascar: Richard n. 8 (Hb. Webb), n. 77 (Hb. Franquev.), n. 117 (Hb. Par.; „arbre des forêts de Vohémor"). — Cortex candicans, lenticellosus.

+ + Fructus breviter stipitatus vel subestipitatus (foliola sat magna; calyx pubescens)

* Foliola foveolata

5) M. Tolambitou Radlk.: Cortex candicans, seriebus lenticellorum notatus; foliola 4—10, lanceolata, circ. 9 cm longa, submembranacea, nervis lateralibus inferioribus adscendentibus, superioribus horizontalibus dein prope marginem arcuato-adscendentibus, utrinque reticulato-venosa, obscurius pellucide punctata et lineolata; flores majusculi. — Madagascar: Chapelier (Hb. Par.); Goudot (ao. 1833, Hb. Deless.).

* * Foliola efoveolata

6) M. petiolaris Radlk.: Cortex subfuscus; folia longe petiolata; foliola circ. 8, lanceolata, 8—11 cm longa, membranacea, nervis lateralibus horizontaliter patentibus, prope marginem arcuato-adscendentibus, pellucide punctata. — Madagascar: Goudot (Hb. Deless.).

7) M. brevipes Radlk.: Cortex subfuscus; folia breviuscule petiolata; foliola circ. 4, lanceolato-oblonga, 4—10 cm longa, coriacea, nervis lateralibus numerosioribus obliquis, sat crebre pellucide punctata. — Madagascar (Sainte-Marie): Boivin (Hb. Boiss.). — Habitu similis M. arboreae, sed foliola multinervia, efoveolata, fructus vix stipitatus.

61. Den Namen *Molinaea arborea* hat Gmelin (1791) offenbar aus der von Jussieu der Gattung bei ihrer ersten Veröffentlichung beigefügten Bemerkung „Arbores aut arbusculae etc." entnommen, welche die beiden von Commerson gesammelten, im Hb. Jussieu enthaltenen, von Lamarck (1793?) abgebildeten und später von Willdenow (1799) als *Molinaea alternifolia* und *laevis* bezeichneten Arten zu-

gleich betrifft, indem jede derselben als grösserer und kleinerer Baum und selbst in Strauchform auftritt. Da Gmelin, wie aus der Aufstellung nur einer Art hervorgeht, den ganzen damals bekannten Inhalt der Gattung *Molinaea* nur als eine Art sich vorstellte, so ist durch seine Hinweisung auf Jussieu und die Charakterisirung der Gattung eine Beschreibung der Art selbst ersetzt und letztere demnach als giltig aufgestellt zu betrachten. Der ihr von Gmelin gegebene Name, resp. Artbeiname, ist demnach der älteste und als solcher zu erhalten. Er ist dabei auf die eine der Jussieu vor Augen gewesenen Arten zu beschränken und zwar am besten auf jene, welche im allgemeinen den robusteren Wuchs besitzt, d. i. die später von Willdenow so genannte *Molinaea alternifolia*, unter Ausscheidung dessen, was Willdenow als *Molinaea laevis* bezeichnet hat.

Auch für diese *M. laevis* Willd. ist übrigens schon ein älterer, nach Materialien P. Hermann's von Gärtner (1791) aufgestellter Name „*Gelonium cupanioides*" vorhanden, aus welchem nach den De Candolle'schen Nomenclaturregeln die Bezeichnung *Molinaea* cupanioides zu bilden ist, unter Beifügung der Synonyme *Molinaea arborea* Gmelin ex parte und *Molinaea laevis* Willd.

Gärtner's Abbildung der von P. Hermann mit der Bemerkung „*Arboris elegantis fructus ex sylvis insulae Mauritii*" erhaltenen Frucht ist trotz der Angabe Gärtner's, dass die Frucht zweifächerig sei, zweifellos auf die nachmalige *Molinaea laevis* Willd. zu beziehen. Weder die Gestalt der Frucht, noch die Angabe über ihre Herkunft aus Mauritius lässt den Gedanken aufkommen, dass sie einer der bisher sämmtlich nur aus Madagascar bekannt gewordenen Arten von *Tina* mit typisch zweifächerigen Früchten angehören könne. Auch die Früchte von *Molinaea* erscheinen, obwohl der Anlage nach dreifächerig, durch Verkümmerung eines Faches, das dann der Beobachtung sich leicht entziehen kann, mitunter als

zweifächerig. Die Früchte der beiden anderen aus Mauritius bekannten Arten von *Molinaea* (*M. arborea* und *macrantha*) weichen durch Grösse und Gestalt von Gärtner's Abbildung erheblich ab. Sehr deutlich hat Gärtner die notorrhize Beschaffenheit des Embryo zur Darstellung gebracht.

Den bisher besprochenen beiden Arten, die er nach dem Vorgange Anderer mit den Artbeinamen Willdenow's unter *Cupania* als *C. alternifolia* und *C. laevis* aufführte, fügte De Candolle (Prodr. I) eine vermeintlich neue Art als *C. venulosa* hinzu. Baker hat in seiner Flora von Mauritius sicher Recht gethan, wenn er diese drei Arten auf zwei reducirte, indem er zugleich für die eine derselben, für die er den Namen *C. venulosa* beibehält, ganz richtig den kahlen Kelch, wie schon Poiret (1811) für *C. laevis*, als Hauptunterschied hervorhebt. Nur hätte er dann eben *C. venulosa* als Synonym von *C. laevis* und nicht *C. alternifolia* als solches betrachten sollen, natürlich unter entsprechender Regulirung der Diagnosen. Nur das, was De Candolle als *C. laevis* vor sich hatte, ist eins mit *C. alternifolia*, d. i. *Molinaea arborea*, und, wie das Hb. Prodromi ausweist, nur ein minder kräftiges Exemplar der letztgenannten Art, durch dessen Missdeutung es für De Candolle eben nothwendig wurde, die echte *C. laevis*, d. i. *Molinaea cupanioides*, als etwas Neues unter dem Namen *C. venulosa* anzusehen.

Die dritte, oben aufgeführte Art aus Mauritius mit ganz abweichender Gestaltung der Frucht, *M. macrantha*, ist sowohl Baker als seinen Vorgängern unbekannt geblieben.

Dass *M. arborea* Gmel. em. in einem von Aublet herrührenden Exemplare des Hb. Jussieu (n. 11365) von Cambessedes (1829) für *Matayba guianensis* Aubl. genommen worden ist, wurde schon bei dieser (p. 638) erwähnt.

Endlich, dass *Molinaea arborea* Gmel. em. nichts zu

thun habe mit ***Molinaea arborea*** Blanco (s. oben p. 537, 620), bedarf kaum der Erwähnung.

62. *Callidrynos* Néraud — aus δρύϊνος, von Eichen? oder doch sicher mit Beziehung auf δρῦς, δρυός, Eiche, Baum gebildet — klingt geradezu wie eine Uebersetzung der ersten Worte in der oben nach Gärtner angeführten Phrase P. Hermann's „*Arboris elegantis* etc.“ Die auch mit Rücksicht auf das Vaterland der Néraud'schen Pflanze — Mauritius — sich ergebende Vermuthung, dass dieselbe der P. Hermann'schen nahe stehen möchte, wird bekräftiget durch den Umstand, dass im Hb. Delessert mit der Angabe „Ile de France et Bourbon, Mr. Néraud“ Exemplare der ***Molinaea arborea*** Gmel. em. sich vorfinden. Es scheinen mir dieselben geradezu als Belegstücke für *Callidrynos* Néraud, obgleich dieser Name nicht dabei bemerkt ist, genommen werden zu dürfen.

63: Zusatz zur Gattung Pentascyphus.

63. Da ***Pentascyphus thyrsiflorus*** zur Zeit die einzige Art dieser Gattung darstellt, so bildet die oben (p. 495) gegebene Gattungscharakteristik zugleich die Charakteristik der Art. Dieselbe mag durch folgende Angaben ergänzt sein: Foliola elliptico-lanceolata, inferiora circ. 8 cm longa, 4 lata, superiora circ. 18 cm longa, 7 lata, petiolulata, petiolulis 5 mm longis, acuta vel acuminata, subglabra, subtiliter reticulato-venosa, obscurius pellucide punctata; petioli striati ramique flavescenti-puberuli, cortice pallide viridi seriebus lenticellorum albidorum striato; inflorescentiae 8—20 cm longae, supra partem inferiorem quintam vel quartam nudam dichasiis 1 cm plerumque non superantibus laxe, apice vero densius obsitae; flores 2,5 mm longi et lati, breviter pedicellati. — Guiana gallica: Leprieur n. 335 (ao. 1833—34; Hb. Paris., DC., Deless., Franqueville).

64—65: Zusätze zur Gattung Phialodiscus.

64. Uebersicht der Arten von

Phialodiscus Radlk.

1) P. unijugatus Radlk.: Folia 1-juga, rarius 2-juga; foliola breviter obtuse acuminata; pedicelli calycesque minutim puberuli (flores quam in specie altera paullo majores). — Guinea superior: Mann n. 760.

2) P. zambesiacus Radlk.: Folia 2—3-juga; foliola acutiuscule acuminata; pedicelli calycesque hirtelli (calycis costae inde minus conspicuae, flores quam in specie altera paullo minores). — Mozambique (ad lacum Nyassa): Dr. Kirk.

65. Die Unterschiede zwischen den beiden Arten sind nicht sehr erheblicher Natur. Schon Baker fügte der letzteren derselben die Bemerkung bei: Closely allied to the preceding. Der ersteren schreibt er, wie er auch im Artbeinamen ausdrückte, nur ein Joch von Blättchen zu; doch habe ich an von ihm selbst mit diesem Namen versehenen Exemplaren von Mann im Herbarium zu Kew ein weiteres Blättchen-Paar gesehen, ganz an der Basis des Blattstieles inserirt, so wie es für die zweite Art von ihm hervorgehoben wird. Vielleicht werden vollständigere Materialien eine Vereinigung beider Arten angemessen erscheinen lassen. Die Frucht ist leider von keiner derselben bekannt. Demgemäss ist auch die Zugehörigkeit der Gattung zu den Cupanieen noch nicht über allen Zweifel erhaben.

66: Zusatz zur Gattung Pseudima.

66. Für *Pseudima frutescens* begnüge ich mich, hier das Standorts- und Materialienverzeichniss beizufügen: Guiana gallica: Aublet (Hb. Mus. Brit.; Hb. Smith, resp. Linn. f.);

Martin („Cayenne"; Hb. Hook.); in Brasiliae prov. Maranhão: G. Don n. 123 (Hb. Mart.); Gardner n. 5983 (m. Jun., 1841; flor.); in Bras. prov. Pará: Sieber n. 45 („Uarana"; Hb. Willd. n. 7257, comm. Hoffmannsegg); Martius („prope Pará, m. Apr. 1820"; flor.; observ. ined. n. 3275; Hb. Monac.); Riedel n. 1271 („in sylvis Rio Madeira, m. Maj. 1828"; flor.); Burchell n. 9189; in Bras. prov. Alto-Amazonas: Martius („prope Coari et Ega, m. Nov. 1819"; fruct.; Hb. Monac.).

Bemerkenswerth ist der von Sieber angegebene Vulgärname „Uarana" wegen seiner Aehnlichkeit mit *Vouarana* Aubl.

Weitere Bemerkungen sieh in der Abhandlung über *Sapindus* etc., p. 358.

67—68: Zusätze zur Gattung Rhysotoechia.

67. Uebersicht der Arten von

Rhysotoechia Radlk.

Sectio I. Eurhysotoechia: Fructus trilocularis, endocarpio glanduloso; petala (solummodo in R. Mortoniana visa) squamularum loco glandulis bifurcis appendiculata; thyrsi laxiflori; foliola supra subtusque glandulis basi vel totis immersis ornata.

× Thyrsi axillares, solitarii

1) R. bifoliolata Radlk.: Folia 1-juga; petioli supra subcanaliculati, 2—5 cm longi; foliola lanceolata, 8—10 cm longa, 2,5—3 lata, obtusa, subemarginata, in petiolulum circ. 5 mm longum sensim attenuata, margine revoluta, reti venarum vix prominulo instructa; fructus breviter stipitatus. (Flores ignoti.) — Australia orientalis: O'Shanesy (Rockhampton; comm. F. v. Müller).

2) R. Mortoniana Radlk.: Folia 2-juga (superiora tantum depauperata, 1-juga); petioli supra planiusculi, 3—5 cm longi; foliola elliptico-lanceolata, 10—14 cm

longa, 4—5,5 lata, acuta vel subacuminata, in petiolulum 8—18 mm longum coarctata, reti venarum utrinque prominente instructa. (Fructus ignoti.) — Australia orientalis (Rockingham Bay).

3) R. grandifolia Radlk.: Folia 3-juga (superiora depauperata); petioli teretes, 8—12 cm longi; foliola elliptica vel subovata, 20—40 cm longa, 8—11 lata, breviter acuminata, in petiolulum vix 2 cm longum contracta, laxe reticulato-venosa; fructus breviter stipitatus. (Flores ignoti.) — Borneo: Korthals (Hb. Lugd.-Bat.); Poeloe Gébén: Teysmann (Hort. Bog. n. 7488).

× × Thyrsi in ramis vetustioribus (terni, quaterni) fasciculati

4) R. ramiflora Radlk.: Folia 3—4-juga (superiora depauperata); petioli supra planiusculi, 5—8 cm longi; foliola elliptica vel subovata, 12—20 cm longa, 5—8 lata, obtusa, in petiolulum 2—6 mm longum contracta, laxe reticulato-venosa; fructus longius stipitatus. (Floris partes non nisi sub fructu relictae visae). — Celebes: Beccari it. sec. n. 10.

Sectio II. Leptostigma: Fructus trilocularis, endocarpio glanduloso; stylus germen longitudine subaequans, supra medium lineis stigmatosis 3 (suturalibus) instructus; petala nuda, intus pilosiuscula, ciliolata; paniculae ramosae densiflorae; foliola glandulis immersis ornata.

5) R. Robertsoni Radlk. (Cupania R. F. Müll., excl. exclud.): Foliola 3–8, lanceolata, acutato-acuminata, vix petiolulata, utrinque virescentia, nervis lateralibus oblique arcuato-adscendentibus. — Australia orientalis (Rockingham Bay).

Sectio III. Clitostigma: Fructus bilocularis, endocarpio eglanduloso; stylus germine brevior; stigma breve, utrinque in lobum (suturalem) extrorse declivem pro-

ductum; petala nuda, intus dense pilosa; paniculae ramosae, sat densiflorae; foliola eglandulosa.

6) R. flavescens Radlk.: Folia 3—4-juga, petiolo 6—7 cm longo, teretiusculo, rhachi supra plana; foliola oblonga, utrinque acuminata, petiolulata, superiora majora 14—20 cm longa, 4—5,5 cm lata, margine revoluta, (sicca) flavescentia, nervis lateralibus numerosis patentibus; flores majusculi. (Fructus maturus non visus.) — Australia orientalis: Dallachy (Rockingham Bay; comm. F. v. Müller).

68. Die Unvollständigkeit der meisten Materialien, welche hier zusammengefasst sind, erlaubt kein sicheres Urtheil darüber, ob nicht die eine oder andere Section als selbständige Gattung aufzufassen sein dürfte. Die eigenthümliche Beschaffenheit des Embryo von *R. Robertsoni* hat schon oben, p. 464, Erwähnung gefunden. Ebenso p. 484 und 485 das Fehlen der Drüsen an den Blättchen und dem Endocarpe bei einer der Arten (*R. flavescens*).

Dass *R. bifoliolata* und *flavescens* von F. v. Müller (in Fragm. IX, 1875, p. 94) unter *Cupania Robertsoni* mitverstanden worden sind, ist aus der Tabelle n. 217 u. 218 zu ersehen.

Für *R. flavescens* mag noch erwähnt sein, dass das Blatt Krystalldrusen enthält, deren Theile in mehrere benachbarte Zellen hineinragen.

69—70: Zusätze zur Gattung Sarcopteryx.

69. Uebersicht der Arten von

Sarcopteryx Radlk.

× Fructus alae acutae

+ Foliola glabra vel subglabra

1) S. melanophloea Radlk.: Foliola elliptica vel elliptico-lanceolata, glabra; petioli ramulique subglabri. — Novo-Guinea (Ansus): Beccari it. sec. n. 15.
2) S. squamosa Radlk.: Foliola ovato-lanceolata, glabra; petioli ramulique cano-tomentelli. — Moluccae: Chr. Smith (Sapindus s. Roxb.); Teysmann (Amboina, Hila; Hort. Bog. n 14255).
3) S. coriacea Radlk.: Foliola ovato-lanceolata, pilis teneris laxe adspersa; petioli ramulique rufescenti-tomentosi. - Ins. Waigiou (Offiak): D'Urville (Hb. Brongniart).

+ + Foliola subtus subtomentosa

4) S. Martyana Radlk.: Foliola oblongo- vel subovato-lanceolata, acuminata; petioli ramulique dense ferrugineo-tomentosi. — Australia orientalis (Rockingham Bay).

× × Fructus alae obtusae, angustae, cariniformes

5) S. stipitata Radlk.: Foliola lanceolata, acuta, glabra; petioli ramique puberuli. — Australia orientalis (N. S. Wales).

70. Bei *Sarcopteryx stipitata* ist die Frucht, welche mir erst jüngst bekannt geworden ist, mehr mit kielförmigen Kanten als eigentlichen Flügeln versehen. Der Inhalt der Pericarpzellen und die Beschaffenheit des Embryo lässt übrigens an der Zusammengehörigkeit der Pflanze mit den übrigen Arten keinen Zweifel. Ueber die Missdeutung der Pflanze durch Seemann sieh die Tabelle n. 578 und Zusatz 33, p. 616.

71—72: Zusätze zur Gattung Sarcotoechia.

71. Uebersicht der Arten von

Sarcotoechia Radlk.

1) S. cuneata Radlk.: Germen biloculare; folia 1-juga; foliola ex oblongo cuneata, obtusa vel subacuta, multi-

nervia, nervis patulis. (Petalorum squamae rudimentariae.) — Australia orientalis: Dallachy (Rockingham Bay; comm. F. v. Müller).

2) S. protracta Radlk.: Germen triloculare; folia 2—4-juga; foliola oblongo-lanceolata, in acumen obtusiusculum protracta, basi acuta, nervis lateralibus minus numerosis curvatis oblique adscendentibus. — Australia orientalis: Dallachy (Rockingham Bay; comm. F. v. Müller).

72. Die eigentliche Grundlage der Gattung bildet die zweite Art mit vollständiger entwickelten Blumenblättern. Von der eigenthümlichen Beschaffenheit des Embryo der ersten Art war schon p. 464 und 465 die Rede. Die beiden Arten stellen zusammen das dar, was Ferd. v. Müller (in Fragm. IX, 1875, p. 94) als von Dallachy an der Rockingham's-Bucht gesammelte *Cupania tenax* aufgeführt hat (s. d. Tabelle n. 260, 261).

73: Zusatz zur Gattung Scyphonychium.

73. Für *Scyphonychium multiflorum* kann ich mich hier darauf beschränken, das Standorts- und Materialienverzeichniss mitzutheilen: Brasiliae prov. Bahia: Riedel n 531 („ad flumen Itahipe, m. Nov. 1821; arbor 15—20-pedalis"; flor.); id. „F"; Luschnath („ad Ilheos, m. Dec. 1836" = Mart. Hb. Fl. bras. n. 484; flor.).

74: Zusatz zur Gattung Storthocalyx.

74. Uebersicht der Arten von

Storthocalyx Radlk.

× Fructus obtusangulus, trigono-pyriformis vel subglobosus; folia 1—3-juga; foliola ovalia vel obovata, breviter petiololata

+ Folia 1-juga, hypodermate nullo, subtus inter venas tantum papillosa

1) S. leioneurus Radlk.: Foliola pilis brevibus flavidis laxe (petioli ramique juniores densius) adspersa, epidermide subtus supra nervos et venas (nodulis instructas) laevigata (nec papillosa); fructus velutino-tomentosus. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 2385 (Wagap); Pancher (Baudouin?) n. 139; Balansa n. 158 (pr. Nouméa), n. 2261 (Congui).

+ + Folia 1—3-juga, hypodermate instructa, subtus undique papillosa

2) S. chryseus Radlk.: Foliola praesertim subtus (petiolique ramique juniores) pilis brevissimis chryseo-ferrugineis crebris adpressis vestita, denique plus minus glabrata; fructus velutino-tomentosus. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 244 (Wagap, Balade), n. 2387 (Canala); Pancher (Vieillard?) n. 779; Balansa n. 2260 (Canala).

3) S. sordidus Radlk.: Foliola subtus (petiolique ramique) tomento lanoso sordide fusco detergibili induta, mox decalvata; fructus lanoso-tomentosus. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1454 (inter S. Louis et Ounia).

× × Fructus acutangulus, trialato-trilobus, ambitu pyriformis; folia 3—5-juga, hypodermate instructa, subtus undique papillosa

4) S. Pancheri Radlk.: Foliola oblonga, longius petiolulata, margine revoluta, subtus (petiolique ramique juniores) pilis brevissimis adpressis chryseo-subsericea, denique glabrescentia; fructus sericeo-tomentosus. — Novo-Caledonia: Deplanche n. 448; Balansa n. 2270 (Port-Bouquet), n. 2270, a (Canala; Cupania Pancheri Baill.).

75—77: Zusätze zur Gattung Tina.

75. Uebersicht der Arten von

Tina Roem. & Schult. em.

(NB. Discus omnium glaber; germen ad angulos pilosum, in sola T. dasycarpa totum hirsuto-tomentosum;

endocarpium in T. madagascariensi glabrum, in reliquis parce pilosum vel subtomentosum; foliola omnium punctis pellucidis lineolisque perbrevibus dense notata. Omnes madagascarienses.)

× Foliola submembranacea, insigniter serrato-dentata

+ Foliola utrinque glabra

1) T. madagascariensis Radlk.: Rhachis foliorum marginata; foliola 8—10, oblongo-lanceolata, inferiora 3, superiora 7 cm longa; endocarpium glabrum. — In Madagascariae parte orientali: Thouars? (Hb. Par., fructif.); Chapelier n. 73 (Hb. Par., fructif.; Cupania Chapelieriana Camb., 1829); id.? (Hb. Richard, nunc Franquev., fructif.); „ex Hb. de Bruguière" in Hb. Juss. n. 11413, florif.; ex eodem Hb.? in Hb. Deless., Hb. Paris. et Hb. Prodr. De Candolleani, florif. (Garuga madagascariensis DC. Prodr. II, 1825, p. 81; Deless. Ic. sel. III, 1837, t. 57; Jagera madagascariensis Blume, Rumphia III, 1847, p. 155 in obs.); Dr. Lyall n. 206 (Hb. Hook., fructif.).

+ + Foliola supra in nervis, subtus undique fulvo-tomentosa

2) T. fulvinervis Radlk.: Rhachis foliorum teres, fulvo-tomentosa; foliola 10—12, oblongo-lanceolata, 5—9 cm longa; endocarpium parce pilosum. — Madag.: Thouars (Hb. Par., fructif.).

× × Foliola (plerumque crasse) coriacea, obscure crenato-serrulata vel integerrima

+ Foliola utrinque glabra; germen ad angulos tantum pilosum

* Foliola crenato-serrulata vel subintegerrima, pachyneura (i. e. nervis lateralibus quam venae multo validioribus subtus insigniter prominentibus)

3) T. trijuga Radlk.: Foliola plerumque 6, obovato-oblonga, 7—9 cm longa, in petiolulos rapidius contracta,

plurifoveolata. — Madag.: Dr. Lyall n. 77 (Hb. Hook.; florif.).

4) T. striata Radlk.: Foliola 4—8, oblonga, 4—7 cm longa, basi subcuneata in petiolulos longiuscule attenuata, efoveolata; „rami virides, fusco-striati" (Bojer in schedis). — In Madag. prov. Eminna, in montibus Antoongoon: Bojer (Hb. Vindob., Hook.); Goudot; (pr. Tananarivo; Hb. Deless.).

* * Foliola integerrima, leptoneura (i. e. nervis lateralibus quam venae vix validioribus, parum prominentibus), efoveolata

5) T. Gelonium Roem. & Schult. em.: Foliola 2—5, ex oblongo cuneata, 5—10 cm longa, apice plerumque retusa; endocarpium subtomentosum. — Madag.: Thouars (Hb. Par.; Hb. Juss. n. 11403, Cupania Thouarsiana Camb., 1829); Pervillé n. 230 (ao. 1841).

6) T. isoneura Radlk.: Foliola oblongo-lanceolata, circ. 6 cm longa, obtusiuscula, rarius subretusa, nervis lateralibus omnibus pariter teneris, venas aemulantibus. — In Madag. prov. Eminna, in montibus Antoongoon: Bojer (Hb. Hook.).

\+ + Foliola subtus flavido-tomentosa, supra pilosula; germen totum hirsuto-tomentosum

7) T. dasycarpa Radlk.: Foliola circ. 8, obovata (inferiora minora 2,5 cm longa); endocarpium fructus juvenilis parce pilosum. — In sylvis vastis Béfouroun insulae Madag.: Bojer? (Hb. Hook.).

76. Nur zwei der hier aufgezählten Arten sind schon früher bekannt gewesen, *Tina madagascariensis* und *Tina Gelonium.* Die Geschichte beider mag im Folgenden kurz dargelegt sein.

Nachdem Gärtner i. J. 1791 nach einer Pflanze aus Mauritius die Gattung *Gelonium*, welcher oben, p. 475, 532

und 652, in der Synonymie von *Molinaea* Comm. ed. Juss., 1789, ihr Platz angewiesen worden ist, aufgestellt hatte, und nicht sehr lange hernach Willdenow die noch heute zu Recht bestehende, von Roxburgh auf eine indische Euphorbiacee basirte Gattung *Gelonium* auf briefliche Mittheilungen des Letzteren hin in seinen Species Plant. IV, 2, 1805, ohne auf die damals noch bestehende Gattung *Gelonium* Gaertn. Bedacht zu nehmen, publicirt hatte, erschien eine dritte, meiner Ansicht nach die Grundlage einer selbständigen Gattung — *Tina* — bildende Pflanze unter dem Gattungsnamen *Gelonium* bei Thouars, 1806, mit ausdrücklicher, wenn auch mit „?" vorgebrachter Beziehung auf *Gelonium* Gaertn.

Eine bestimmte Art machte Thouars für die betreffende Gattung nicht namhaft. Er fügte nur, indem er wohl auch die Gärtner'sche Pflanze mitverstand, den Charakteren der Blüthe und Frucht die Bemerkung bei: Arbores; folia alterna, conjugata vel abrupte et impari-pinnata; petiolus lignescens; flores paniculati — und weiter: Quaedam affinitas in forma fructus et arilli cum Aquilaria Lam.

Die Etiquetten der von Thouars gesammelten und im Hb. Paris., sowie im Hb. Jussieu (n. 11403) noch vorhandenen Pflanzen geben sicheren Aufschluss darüber, dass die eben augeführten Bemerkungen Thouars', obwohl derselbe 2, vielleicht auch 3 der oben aufgeführten Arten gesammelt hatte, sich wesentlich auf eine dieser Arten beziehen, welche ihm aber in verschiedengestaltigen Exemplaren vorgelegen hatte, in Exemplaren nämlich mit einjochigen, und in solchen mit zwei- bis dreijochigen Blättern. Beiden hat Thouars einen provisorischen, von ihm selbst nicht veröffentlichten und deshalb auch hier besser ungenannt bleibenden Gattungsnamen beigefügt, von welchem seine Bemerkung über die Aehnlichkeit seines *Gelonium* mit *Aquilaria* lediglich eine Umschreibung ist. Diesem Gattungsnamen ist für

die Exemplare mit einjochigen Blättern ein Artbeiname hinzugefügt, welcher mit der vorhin erwähnten Angabe „folia conjugata“ vollständig im Einklange steht. Den anderen Exemplaren, auf welche sich buchstäblich die weitere Angabe „vel (folia) abrupte et impari-pinnata“ bezieht, ist nur der in Rede stehende Gattungsname ohne Artbeiname beigefügt. Auf diese beiderlei Exemplare allein endlich, nicht aber auf die noch ausserdem mit Bestimmtheit (s. *Tina fulvinervis*) oder Wahrscheinlichkeit (s. *Tina madagascariensis* Radlk.) von Thouars herrührenden und später zu berücksichtigenden Pflanzen aus der Gattung *Tina*, passt auch die Angabe „petiolus lignescens“.

Obwohl für jeden, der die Pflanzen von Thouars nicht selbst consultiren konnte, nicht sicher zu erkennen war, dass Thouars' Bemerkungen sich wesentlich nur auf eine Art beziehen, und obwohl die Autoren, welche Thouars' Mittheilung weiter zu verwerthen versuchten, wie Römer & Schultes (Syst. Veg. V, 1819) und De Candolle (Prodr. I, 1824), die Vermuthung hegten, dass Thouars mehrere Arten der betreffenden Gattung vor sich gehabt habe („Videtur plures habere species, addens characteri generis: Arbores etc.“ R. & S. p. 414 — „Plures hic videntur pertinere species non descriptae“ DC. p. 614), so versuchte doch Niemand, mehr als eine Art aus den Aufstellungen Thouars' zu construiren. Diese eine zweifelhafte Art aber wurde bald unter Erhaltung des fraglichen Zusammenhanges mit der Pflanze Gärtner's, bald unter Lösung dieses Zusammenhanges in das System eingefügt — das erstere durch Römer & Schultes, das letztere durch De Candolle.

Römer & Schultes änderten dabei (1819) den Namen der Gattung „*Gelonium* Gaertn. — Thouars“, indem sie entweder diese bis dahin nur aus mangelhaft gekannten Pflanzen gebildete Gattung nicht für geeignet hielten, in

einen Prioritätsstreit mit der Gattung Gelonium Roxb. (1805) einzutreten, oder indem sie, das grössere Gewicht auf Thouars' Mittheilungen gegenüber denen von Gärtner legend, die Gattung erst von 1806, statt von 1791, datiren zu müssen glaubten, in *Tina* um („Nomen mutandum. cum sit aliud Gelonium Willd; et cum Gelonium hocce Gaertn. et Thouars nondum satis notum, Tina? interrogamus ut Linnaeus in Quisquali olim" l. c. p. XXXII). Als Artbeinamen benützten Römer & Schultes, indem sie zugleich das Hauptgewicht auf die Thouars'schen Aufstellungen legten und nur mehr ganz nebenbei daran erinnerten, dass Thouars selbst fragweise *Gelonium* Gaertn. dabei angezogen habe, den früheren Gattungsnamen *Gelonium*. Der so entstandene Artname *Tina Gelonium* Roem. & Schult. ist der älteste, welcher die von Thouars gemeinte Pflanze (fast ausschliesslich) betrifft. Er ist nach Ablösung des fragweise von den genannten Autoren noch als Synonym beigefügten *Gelonium cupanioides* Gaertn. als *Tina Gelonium* Roem. & Schult. emend. zweifellos der giltige Name für die von Thouars, wie schon dargelegt, speciell im Auge gehabte und näher charakterisirte Pflanze.

Der Auffassung von Römer & Schultes schloss sich De Candolle in sofern an, als er die Gattung *Tina* annahm. Er trennte mit Recht die in *Tina Gelonium* Roem. & Sch., wenn auch nur als fragweise angeführtes Synonym, noch enthaltene Pflanze von Gärtner (*Gelonium cupanioides* Gaertn.) ab, beliess sie aber bei der Gattung *Tina* als *Tina cupanioides* DC. Der damit schon damals emendirten *Tina Gelonium* R. & S. (em.) gab er den nach den gegenwärtig in Gebrauch stehenden Nomenclaturregeln als überflüssig anzusehenden und somit in die Synonymie der eben genannten Pflanze zu verweisenden Namen *Tina madagascariensis* (unter Beisetzung der nur rücksichtlich des materiellen Inhaltes in Betracht kommenden Autorität „Thouars".)

Dabei hob er, wie schon oben erwähnt, hervor, dass die Thouars'schen Angaben auf mehrere unbeschriebene Arten sich zu beziehen scheinen.

Auf diese Bemerkung stützt sich Cambessedes (1829), der erste, welcher von der betreffenden Pflanze selbst wieder etwas zu Gesicht zu bekommen Gelegenheit hatte, bei der von ihm für gut befundenen Neuordnung der Dinge. Cambessedes vereinigte *Tina* R. & S. mit *Cupania*, nahm aber für die Pflanze von Thouars weder den Artbeinamen „*Gelonium*" (R. & S.), noch den von De Candolle gebrauchten „*madagascariensis*" zu *Cupania* hinüber, obwohl keinerlei Hinderniss dafür bestand, sondern nannte die Pflanze, welche ihm aus dem Hb. Jussieu bekannt war [13]), *Cupania Thouarsiana*, weil ihm noch eine zweite, nahe stehende Pflanze aus Madagascar vorlag, die übrigens nicht von Thouars, sondern von Chapelier gesammelt war, d. i. *Cupania Chapelieriana* Camb., welche aber schon De Candolle im Prodr. II, 1825, nach Materialien aus nicht sicher bekannter Quelle als *Garuga madagascariensis* beschrieben hatte, so dass gerade ihr, wie es von Blume bei ihrer Uebertragung in die Gattung *Jagera* (1847) geschehen ist, und da *Tina madagascariensis* DC. nach ihrem Zurücktreten in die Synonymie von *Tina Gelonium* R. & S. em. nicht mehr hindernd im Wege steht, der Artbeiname „*madagascariensis*" zu erhalten ist — *Tina madagascariensis* Radlk. (s. oben p. 532 u. 662).

Cambessedes geht auf die Erörterung der Frage, in welchem Verhältnisse seine *Cupania Thouarsiana* zu der auf Grund von Thouars' Mittheilungen als *Tina madagascariensis* von De Candolle, als *Tina Gelonium* von

13) Es ist das die oben, p. 663, angeführte Pflanze n. 11403 des Herb. Juss., welche von der Hand Jussieu's als *Gelonium* Thouars und als Geschenk Thouars' selbst bezeichnet, ausserdem von Cambessedes eigenhändig mit dem Namen *Cupania Thouarsiana* versehen ist.

Römer & Schultes (im wesentlichen) bezeichneten Pflanze steht, nicht ein. Er sucht diesen beiden Namen nicht da oder dort in der Synonymie der Arten einen Platz anzuweisen. Er ignorirt den einen [14]); den anderen (von De Candolle) verwirft er schlechthin und zwar deshalb, weil ihm nicht blos eine auf die Gattungscharaktere von *Gelonium* Thouars beziehbare Pflanze aus Madagascar vorlag, sondern auch eine zweite.' Es kann deshalb nicht Wunder nehmen, wenn bei späteren Autoren, und zwar schon zwei Jahre später bei Don, neben *Cupania Thouarsiana* Camb. auch eine *Cupania madagascariensis* („Thouars sub Tina") mit dem Synonyme *Tina madagascariensis* DC. registrirt wird, ganz entgegen der Intention von Cambessèdes, durch Ausschliessung des Beinamens „*madagascariensis*" (aus *Tina madagascariensis* DC.) jede Verwirrung hintanzuhalten und einer Verwechselung verschiedenartiger Pflanzen aus Madagascar (zunächst seiner *Cupania Thouarsiana* und *Cupania Chapelieriana*) unter demselben vorzubeugen. Und nicht nur von Don wurde die von Cambessedes rücksichtlich der Klärung ihres Verhältnisses zu seiner *Cupania Thouarsiana* vernachlässigte und seiner Meinung nach der Vergessenheit zu übergebende *Tina madagascariensis* DC. wieder hervorgeholt und zu interpretiren versucht. Auch von Anderen geschah das, und so sehen wir alsbald eine der Gattung *Tina* fern stehende, zu *Harpullia* zu rechnende Pflanze aus Madagascar — *Harpullia madagas-*

14) Wenn Cambessedes nicht so deutlich seine Aufmerksamkeit auf die von De Candolle vorgenommene Ablösung des *Gelonium* Thouars von *Gelonium* Gaertn. an den Tag legte, so könnte man annehmen, dass er *Tina Gelonium* R. & S. stillschweigend unter dem als Synonym zu seiner *Cupania cupanioides* beigesetzten „*Gelonium cupanioides* Gaertn." verstanden habe, ähnlich wie später Steudel unter seiner *Cupania Gelonium* wieder ausdrücklich nicht blos *Gelonium cupanioides* Gaertn. und die daraus hervorgegangene *Tina cupanioides* DC., sondern auch *Tina Gelonium* R. & S. mit inbegriffen hat.

cariensis Radlk.[15]) — als *Cupania madagascariensis* („Don") mit dem Synonyme *Tina madagascariensis* DC. durch Voigt & Griffith im Hort. suburb. Calcuttens. (1845) mit der Pflanze Thouars' vermengt und in den Herbarien als *Tina madagascariensis* (s. d. Tabelle n. 676) bezeichnet, nachdem vorerst Blume (1825) eine andere zu *Harpullia* gehörige und mit der (von Cambessedes nicht erwähnten) *Harpullia cupanioides* Roxb. (1813, 1824) zusammenfallende Pflanze auf die Gattung *Tina* unter dem Namen *Tina rupestris* bezogen hatte, die seinerseits wieder Cambessedes unrichtiger Weise zu *Cupania* (als *C. rupestris*, 1829) verbracht hat.

Von diesen zweierlei *Tina madagascariensis* (DC. nämlich und Herbarior.) wohl zu unterscheiden ist die an erster Stelle der vorausgehenden Uebersicht angeführte, wie schon erwähnt, aus *Garuga madagascariensis* DC., 1825 (*Jagera m.* Bl., 1847)[16]), hervorgehende und die *Cupania Chapelieriana* Camb. in sich schliessende *Tina madagascariensis* Radlk. Cambessedes erwähnt diese Pflanze nur in einem Fruchtexemplare von Chapelier[17]). Das Blüthenexemplar des Hb. Jussieu n. 11413 (nach Jussieu's Angabe ein Specimen unicum aus dem Hb. de Bruguière) hat er nicht damit in Verbindung gebracht, obschon es ihm zweifellos

15) Sieh die Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens p. 53, 95 und über *Sapindus* etc. p. 273.

16) Sie war vor Blume von Wight & Arnott, 1834, fragweise als Synonym zu der indischen *Garuga pinnata* Roxb. gestellt worden, was sich bei Bennett in Hooker Fl. Brit. Ind. I, 1875, p. 528 noch erhalten hat.

17) Sieh die Uebersicht: „Chapelier n. 78". Cambessedes hat der Pflanze, die nach jeder Beziehung, einschliesslich der Standortsangabe „Côte est de Madagascar", sich als Original seiner *Cupania Chapelieriana* zu erkennen gibt, seine Bestimmung nicht beigefügt, und sie fehlt derselben auch heute noch. Eine Etiquette mit der Angabe: „An Gelonium Gaertner? Madagascar, Chapelier" scheint erst in neuerer Zeit dazu gekommen zu sein.

4) T. Daemelianum Radlk.: Fructus 3 (—4)-gono-subglobosus, vix brevissime stipitatus, angulis obtusis, pericarpio crasso cellularum sclerenchymaticarum multitudine corticoso-lignoso; petioli teretiusculi; foliola 8—11, efoveolata. — Australia septentrionalis (ad promontorium York).

79: Zusatz zur Gattung Trigonachras.

79. Uebersicht der Arten von

Trigonachras Radlk.

1) T. acuta Radlk.: Foliola 11—15, lanceolata, subfalcata, acutissime acuminata, tenuiora, supra laevigata; inflorescentiae tomentellae. — Malacca: Maingay n. 445.

2) T. cultrata Radlk.: Foliola 14—20, lanceolata, praesertim superiora falcata, acuta, crassiora, supra reticulato-venosa; inflorescentiae dense ferrugineo-tomentosae. — Ins. philippin.: Cuming n. 304.

80: Zusatz zur Gattung Vouarana.

80. Das Standortsverzeichniss von *Vouarana guianensis* ist nach den mir bisher bekannt gewordenen Materialien folgendes: Guiana gallica: Aublet („in sylvis prope amnem Galibiensem, m. Majo, fruct.“; Hb. Mus. Brit.); L. Cl. Richard („in sylvis Guianae“; Hb. Franquev.); Leblond (Hb. Par.); Martin (Cayenne; Hb. Hook., Mus. Brit.); collector ignotus (Hb. Sims, nunc Benth.); Mélinon (ao. 1842, ex Hb. Par. comm. c. Hb. Hook.); id.? n. 517 (ex Hb. Par. comm. c. Hb. Berol. & Hafn.); Brasiliae prov. Alto-Amazonas: Spruce n. 1746 („prope Barra, m. Oct. 1851“; flor.; cf. p. 528 n. 317).

Ueber die von Cambessedes mit Unrecht hieher be-

zogene „*Cupania laevigata* Rich. ined." sieh die Tabelle n. 148 und den Zusatz 48 zu *Matayba arborescens*, p. 638.

Ein dem Gattungsnamen *Vouarana* ähnlicher Vulgärname ist in Zusatz 66 für *Pseudima frutescens* erwähnt.

De Candolle hat Aublet's Pflanze im ersten Bande des Prodromus (1824) als „*Matayba? Vouarana*" unter den Sapindaceen, im zweiten Bande (1825) aber als „*Crudya? Vouarana*" unter den Leguminosen aufgeführt, hier unter Beifügung des Synonymes „*Touchiroa? Vouarana* Rich.mss.!" Das Belegstück zu diesem Synonyme findet sich nicht im Hb. Prodromi und ist mir auch weder in Franqueville's, noch Delessert's, noch im Pariser Herbare unter den Sapindaceen Richard's zu Gesichte gekommen. Möglich, dass es in einem dieser Herbare bei den Leguminosen seinen Platz gefunden hat. Die Deutung desselben als *Vouarana guianensis* Aubl. unter n. 685 der Tabelle beruht lediglich auf der Autorität De Candolle's.

Nachträge. Erst zu Ende des Druckes bin ich gewahr geworden, dass schon Massalongo (Sapindacearum fossilium Monographia, 1852, p. 12) eine Gattung *Euphoriopsis* aufgestellt hat. Der Name mag deshalb oben p. 499, und wo ich ihn sonst für die aus *Sapindus longifolius* Roxb. gebildete Gattung gebraucht habe, durch *Euphorianthus* ersetzt werden.

Auf Seite 437 und 519 ist, wie Seite 495, 545 und 660, *Scyphonychium* zu lesen (statt *Scyphonychia*).

In der Tabelle ist nachzutragen:

Cupania castaneaefolia Mart., 1838, quoad syn. „Trigonocarpus racemosus Vell.?"
= Cupania racemosa Radlk.

Cupania sp Hook. f. & Thoms. Hb. Ind. or. n. 4
= Mischocarpus fuscescens. Bl.!

Mischocarpus sundaicus (non Bl) Zolling. coll. n. 3266 ed. Turcz., 1863, p. 587
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

Ratonia Lessertiana Turcz., 1863 (p. 587), quoad coll. Cuming n. 1456, 1734
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

Nach unlängst durch die Güte Beccari's mir zugekommenen Materialien, besonders von dessen letzter (dritter) Reise, ist beizufügen:

Arytera gigantosperma Radlk.: Fructus breviter stipitatus, stipite pilis singulis adpressis adsperso, insigniter coccato-bilobus, lobis divaricatis, glabris, altero sterili minore compresso oblongo, altero fertili plus duplo majore ellipsoideo; stylus filiformis, lineis stigmatosis 2 suturalibus notatus; endocarpium margine tomentosum; arillus semen dimidium paullo superans, cyathiformis, margine repandus; semen ellipsoideum, maximum, 22 mm longum, 15 latum; cotyledones crassae, oblique superpositae, in aliis cellulis amylum, in aliis materiam tannino affinem, in aliis resinam gerentes; radicula brevissima; discus glaber; pedicellus fructifer 8 mm longus, 2 latus, ad medium articulatus; folia —? (Fructus soli.) — Sumatra occid., prov. Padang, ad Ajer mantjoer (alt. 360 m): Beccari n. 147 (m. Ang. 1878). — Nach der Beschaffenheit des Arillus einerseits und der des Endocarpes andererseits ist die Pflanze zwischen die erste und zweite Art der oben, p. 552, gegebenen Uebersicht von *Arytera* einzuschieben.

Von *Cupaniopsis serrata* findet sich unter den Pflanzen Beccari's eine besondere Form, welche den beiden p. 569 unterschiedenen anzuschliessen ist:

Forma 3. vestita: Foliola basi subsinuosa, apice repando-serrata, subtus sufferugineo-tomentosa; sepala

minora; stylus subulatus, lineis stigmatosis 3 notatus. — Novo-Guinea, Ramoi: Beccari (ao. 1872; fruct.). — Wie der Kelch, ist auch Frucht und Same hier von etwas geringerer Grösse als bei den australischen Formen der C. serrata, die Frucht nur 12 mm lang, 14 breit, stumpf dreikantig, an der Spitze etwas abgeflacht und so fast umgekehrt pyramidenförmig. Dagegen sind die Dimensionen der vegetativen Theile beträchtliche, ähnlich wie sie F. v. Müller für die Hauptform angibt (Fragm. IX, p. 94). Der dicht mit rostbraunem Filze (ebenso wie die Blattspindel, die Unterseite der Blättchen, die Inflorescenzachse und die Frucht) überzogene Zweig besitzt unter dem obersten Blatte einen Durchmesser von 16 mm, die Blattspindel eine Länge von 7 dm und die grösseren der 16 länglichen, zugespitzten Blättchen eine Länge von 24 cm auf 7—8 cm Breite.

Für die unter n. 329 der Tabelle aufgeführte *Cupania sp.* Teysm. & Binn. (Bangka, 254) erweist sich nach einem von Teysmann an Beccari mitgetheilten Exemplare gleicher Nummer die in der Tabelle, wie schon in der Uebersicht der holländisch-indischen Sapindaceen (p. 87) ausgesprochene Vermuthung hinsichtlich der Zugehörigkeit der Pflanze zu *Guioa pubescens* als richtig. (Ebenso, wie anschliessend bemerkt sein mag, die a. a. O. p. 82 ausgesprochene Vermuthung über die Identität von *Otophora Zollingeriana* Teysm. & Binn. 1863 [*Capura Z.* Teysm. & Binn. 1866] und *Otophora fruticosa* Bl.)

Von Standorten sind nach den von Beccari erhaltenen Pflanzen noch anzuführen:

für Guioa acutifolia – Novo-Guinea, Soron: Beccari (ao. 1872);

für Guioa diplopetala — Billiton: Riedel (m. Oct. 1876; flor.);

für Guioa pleuropteris — Borneo, Sarawak: Beccari n. 3675;

für Mischocarpus sumatranus — Sumatra occid., prov. Padang

ad Ajer mantjoer (alt. 360 m): Beccari n. 722 (m. Aug. 1878; fruct.);

für Mischocarpus sundaicus — Timor: Teysmann (Hb. Bogor. n. 10780).

Endlich mag noch der von Grisebach in seinen Mittheilungen über die argentinische Flora (1874 und 1879) als *Cupania vernalis* Camb. und *Cupania uraguensis* Hook. & Arn. bezeichneten Pflanzen gedacht sein, von welchen ich in jüngster Zeit, Dank dem freundlichen Entgegenkommen Solms-Laubach's, Einsicht erlangt habe. Sie gehören, wie schon von vornherein zu vermuthen war, sämmtlich dem Formenkreise der *Cupania vernalis* an, von welcher sich nach Behaarung und Gestalt der Blättchen, nach mehr oder minder scharfer und tiefer Zahnung derselben, nach Grössen- und Formverhältnissen der Blüthentheile, Früchte und Samen neben den oben, p. 562, besonders mit Rücksicht auf die Textur der Blättchen aufgeführten Formen, oder innerhalb dieser, leicht eine ganze Reihe untergeordneter Formen unterscheiden liesse. Die Unterschiede, welche Grisebach in seiner ersten Mittheilung für die Blumenblätter, in seiner zweiten für die Samen angibt, bewegen sich innerhalb der Grenzen der eben berührten Formschwankungen, und möchte ich, abgesehen von den schon oben der zweiten Form, *f. clethrodes*, beigezählten Exemplaren von Balansa n. 2472, alle übrigen, auch die mit unterseits ziemlich kahlen Blättchen aus La Cruz (Uruguay), der ersten Form, *f. genuina*, der *Cupania vernalis* Camb. beirechnen.

Was die übrigen von Grisebach aufgeführten Sapindaceen der argentinischen Flora betrifft, so muss ich mir die Mittheilung meiner Anschauungen darüber auf kommende Gelegenheit versparen.

Verzeichniss der Pflanzennamen.

(Für die in der Tabelle, p. 509—547, aufgeführten Cupanieen bildet diese selbst das Namens- und Inhaltsverzeichniss. Von den ausserdem vorkommenden Namen sind im Folgenden die Familien- und Tribusnamen in gesperrter, die Gattungs- und Sectionsnamen in gewöhnlicher, die Vulgärnamen in liegender Schrift gedruckt; den Sectionsnamen ist das Zeichen § vorgesetzt.)

Oeffentliche Sitzung

zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes
Seiner Majestät des Königs Ludwig II.
am 25. Juli 1879.

Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung vom 25. Juni 1879 vorgenommene Wahl neuer Mitglieder erhielt die Allerhöchste Bestätigung und zwar:

A. Als ausserordentliches Mitglied.

Dr. Felix Klein, ordentlicher Professor der technischen Hochschule dahier.

B. Als correspondirende Mitglieder.

1) Edmond Hébert, Professor in Paris und Mitglied des Instituts von Frankreich;
2) Dr. Imanuel Friedrich Pfaff, ordentlicher Professor an der k. Universität Erlangen;
3) Theodor von Oppolzer, k. k. Regierungsrath und Professor an der Universität Wien;
4) Dr. Anton de Bary, Professor an der Universität Strassburg;
5) Dr. Nathan Pringsheim, Akademiker in Berlin;
6) Dr. Oskar Emil Meyer, ordentlicher Professor an der Universität Breslau.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. 21. Bd. (-Neue Folge Bd. 11) 1878. 1878. 8°.

Vom siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 29. 1879. 8°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Abhandlungen. Bd. XII. Die Gasteropoden der Meeres-Ablagerungen von R. Hörnes und M. Auinger. I. Conus. 1879. fol.

Vom naturwissenschaftlichen Verein von Hamburg:

Verhandlungen im J. 1878. Neue Folge III. 1879. 8°.

Von der Ministerial-Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungsstationen. Jahrg. 1879. Heft I. II. Berlin 1879. quer 4°.

Von der k. Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

a) Berichte der mathematisch-physicalischen Classe. 1875—1878. 1876—79. 8°.
b) Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe. Bd. XI. XII. 1876—78. 4°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig:

Sitzungsberichte. 5. Jahrg. 1878. 1878. 8°.

Von der neuen zoologischen Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Der zoologische Garten. XX. Jahrg. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein „Pollichia" in Dürkheim a. d. H.:

33. 35. Jahresbericht. 1875—77. 8°.

Vom physikalischen Verein zu Frankfurt a. M.

Jahresbericht f. d. Jahr 1877—1878. 1879. 8°.

Vom botanischen Verein in Landshut:

7. Bericht f. d. J. 1878—79. 1879. 8°.

Von der Universität in Lund:

Commentationes, quas in memoriam sollennium secularium edidit regia Societas Physiographorum Lundensis. 1878. 4°.

Von der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie in Wien:

Jahrbücher. Neue Folge. Bd. XIII. 1878. 4°.

Von der Redaction des Archivs der Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. Theil 64. Leipzig 1879. 8°.

Von der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1878—79. Freising 1879. 8°.

Von der Naturforscher-Gesellschaft in Dorpat:

a) Sitzungsberichte. Bd. 5. 1879. 8°.
b) Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. I Serie. Bd. VIII,4 (Karte). II. Serie. Bd. VIII,3. 1879. 8°.

Von der Sternwarte des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 14. 15. 16. 1878—79. 4°.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Publication XIV. XV. 1879. 4°.

Von der wetterauischen Gesellschaft für gesammte Naturkunde in Hanau.

Bericht für 1873—1879. 1879. 8°.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. Jahrg. XVIII. XIX. XX. 1877—79. 1878—79. 4°.

Vom Osservatorio della regia Università di Torino:

Bollettino. Anno XIII. 1878. 1879. quer 4°.

Von der Società Tascana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Vol. IV. 1879. 8°.

Vom American Association for the advancement of science in Salem:

Proceedings. 26th Meeting held at Nashville. August 1877. 1878. 8°.

Von der American geographical Society in New-York:

a) Journal. Vol. VII. 1875. Vol. VIII. 1876. 1878. 8°.
b) Bulletin. 1879. 1879. 8°.

Von der Staats-Ackerbau-Behörde von Ohio in Columbus:

32. Jahresbericht f. d. J. 1877. 1878. 8°.

Von der American Medical Association in Philadelphia:

Transactions. Vol. 29. 1878. 8°.

Vom Bureau of Navigation in Washington:

a) The American Ephemeris for the year 1881. 1878. 8°.
b) Astronomical Papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac. Vol. I. 1879. 4°.

Von der Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings 1878. 1878. 8°.

Von der Sociedad Mexicana de historia natural in México:

La Naturaleza. Vol. III. entr. 16. 18—21. Vol. IV. entr. 1—11. 1875—78. 4°.

Von der U. S. Coast Survey in Washington:

Report for the year 1875. 1878. 4°.

Vom Commissioner of Agriculture in Washington:

Report for the year 1877. 1878. 8°.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes-rendus. Nr. 1—15. 1879. 4°.

Von der kaiserl. mineralogischen Gesellschaft in St. Petersburg:

Materialii dlä geologii Rossii. Tom. VI. VII. VIII. und Atlas zu Bd. VIII. 1875—78. 8°.

Vom botanischen Garten in St. Petersburg:

Acta. Tom. VI. 1879. 8°.

Vom Bureau géologique de la Suède in Stockholm:

a) Berättelse om Malmfyndigheter i Norrbottens l'än. 1877. 4°.
b) Svedmark, Halle-och Hunnebergs trapp. 1878. 4°.
c) O. Torell, On the causes of the glacial Phenomena. 1878. 8°.

d) A. G. Nathorst, Om Florani Skånes Kolförande bildningar I. 1. 1878. 8°.

e) G. Linnarsson, De paleozoiska bildningara vid Humlenäs. 1878. 8°.

Vom Observatorio de Madrid:

a) Anuario. Anno XV. 1877. XVI. 1878. 1876—77. 8°.

b) Observaciones meteorológicas de Madrid 1873—74 und 1874—75. 1875—77. 8°.

c) Resúmen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la peninsula. 1873—74 und 1874—75. 1877—78. 8°.

d) Anuario. Anno XVII. 1879. 1878. 8°.

Vom Observatory of Trinity College in Dublin:

Astronomical Observations Part III. 1879. 4°.

Vom Museum of comparative Zoölogy in Cambridg

Memoirs. Vol. VI. Nr. 1. The auriferous Gravels of Nevada of California by J. D. Whitney. 1879.

Von der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:

Mittheilungen, 17. Heft. 1879. fol.

Vom Observatoire de l'Université in Upsala:

Bulletin météorologique mensuel. Vol. X. Année 1878. 1878—79. 4°.

Von der École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 44. Tom. 27. 1874. 4°.

Vom Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Rapports annuels de M. M. les Professeurs. 1878. 1879. 8°.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. 26. Revue bibliogr. A. B. 1879. 8°.

Von der Geological Survey of India in Calcutta:

A Manual of the Geology of India, by H. B. Medlicott and W. T. Blanford. Part I. II. und Atlas. 1879. 8°.

Vom Meteorologiska Observatorium in Upsala:

a) Atlas des mouvements supérieurs de l'atmosphère. par H. Hildebrand Hildebrandsson. Stockholm 1877. 4°.

b) Bulletin mensuel 1879. 1879. fol.

Von der Société des sciences de Finlande in Helsingfors:

a) Observations météorologiques. Année 1875. 1876. 1878. 8°.

b) Otto E. A. Hjelt, Carl von Linné. 1877. 8°.

Von der Administration des mines en Finlande in Helsingfors:

Finlands geologiska undersökning. Kartbladet Nr. 1 mit Text. 1879. 8°.

Von der Institution of Civil-Engineers in London:

Charter, Bye-laws and Regulations. 1879. 8°.

Vom Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès-verbaux des séances de 1878. 1879. 8°.

Von der Société des sciences naturelles in Cherbourg:

Mémoires. Tom. XXI. Paris 1877—78. 8°.

Von der Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Vol. XXXIII. 1879. 8°.

Von der Società adriatica di scienze naturali in Triest:

Bollettino. Vol. V. 1879. 8°.

Von der Akademie der Wissenschaften in Krakau:

a) Rozprawy matemat. tom. 5. 1879. 8°.
b) Sprawozdanie komisyi fizyjograf. tom. 12. 1878. 8°.
c) Antropologija. tom. 3. 1879. 8°.

Vom Observatorio de marina de San Fernando in Cádiz:

Almanaque nautico para 1880. Madrid 1878 gr. 8°.

Von der Bergverwaltung von Kaukasien in Tiflis:

Materiali dlă geologiy Kavkasa. 1879. 8°.

Von der Universität in Kopenhagen:

Description des serres du jardin botanique de l'Université de Copenhague par J. C. Jacobsen et Tyge Rothe. 1879. fol.

Von der Royal Society in London:

a) Philosophical Transactions. Vol. 167—169, 1878—79 4°.
b) Catalogue of scientific Papers (1868—1873). Vol. VIII. 1879. 4°.
c) The Flora and Fauna of the Devonian and carboniferous Periods by John J. Bigsby. 1878. 4°.

Von der Société impériale des naturalistes in Moskau:

a) Bullettin. 1879. 1879. 8°.
b) Nouveaux Mémoires. Tom. XX. 1879. 4°.

Von der Philosophical Society in Adelaide, Süd-Australien:

Transactions and Proceedings for 1877—78. 1878. 8°.

Von der Linnean Society in London:

The Transactions of the Linnean Society. II. Series. Zoology. Vol. I. Botany. Vol. I. 1877—79. 4°.

Von der Royal Society of Victoria in Melbourne:

Transactions and Proceedings. Vol. XV. 1879. 8°.

Vom Herrn C. Mehlis in Dürkheim:

Materialien zur Vorgeschichte des Menschen im östlichen Europa. Bd. II. Jena 1879. 8°.

Vom Herrn G. vom Rath in Bonn:

a) Vorträge und Mittheilungen. 1877—78. 8°.

b) Ein Besuch der Galapagos-Inseln. Von Theodor Wolf. Heidelberg. 1879. 8°.

c) Vorträge und Mittheilungen. 1878—79. 1879. 8°.

d) Naturwissenschaftliche Studien. Erinnerung an die Pariser Weltausstellung 1878. 1879. 8°.

Vom Herrn G. Tschermak in Wien:

a) Die Glimmergruppe. Th. I. II. Leipzig 1877—79. 8°.

b) Die Clintonitgruppe. Leipzig 1879. 8°.

Vom Herrn Albrecht Weber in Berlin:

Indische Streifen. Bd. III. Leipzig 1879. 8°.

Ueber die Magavyakti des Kṛishṇadâse Miçra. 1879. 8°.

Vom Herrn C. A. F. Peters in Kiel:

Astronomische Nachrichten. Bd. 87 und 94. 1876—79. 4°.

Vom Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Geschichte der Vermessungen in der Schweiz. 1879. 4⁰.

Vom Herrn F. V. Hayden in Washington:

10. Annual Report of the U. S. Geological and Geographical Survey of the Territories. 1878. 8⁰.

Vom Herrn J. J. Stevenson in New-York:

Second geological Survey of Pennsylvania 1876 – 77. Report of Progress in the Fayette & Westmoreland district. Harrisburg 1877 – 78. 8⁰.

Vom Herrn Simon Newcomb in Washington:

Researches on the Motion of the Moon. 1878. 4⁰.

Vom Herrn Donato Tommasi in Florenz:

Sulla non esistenza dell' idrogeno nascente parte V. 1879. 8⁰.

Vom Herrn S. A. Miller in Cincinnati:

a) Catalogue of Fossils found in the Hudson River. Indianopolis 1879. 8⁰.
b) Remarks upon the Kaskaskia Group. 1879. 8⁰.

Vom Herrn Hermann Burmeister in Buenos-Aires:

Description physique de la République Argentine. Tom. 5. Lépidoptères mit Atlas. Livr. I. folio. 1878—79. 8⁰.

Vom Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:

a) Fragmenta phytographiae Australiae. Vol. IX. 1875. 8⁰.
b) The native Plants of Victoria. Part. I. 1879. 8⁰.

Vom Herrn F. W. Schulze in Shanghai:

On periodical Change of terrestrial Magnetism. 1879. 8⁰.

Vom Herrn S. Charles Pickering in Boston:

Chronological History of Plants by Charles Pickering. 1879. 4⁰.

Vom Herrn Ernest Quetelet in Brüssel:

Recherches sur les mouvements de l'aiguille aimantée à Bruxelles. 1878. 4⁰.

Vom Herrn A. Preudhomme de Borre in Brüssel:

a) De la meilleure disposition à donner aux caisses et cartons des collections d'insectes. 1879. 8⁰.

b) Note sur le Breyeria Borinensis. 1879. 8⁰.

Sach-Register.

Namen-Register.

